

HELSINGIN ALUEEN VEDENHANKINNAN YLEISSUUNNITELMA

Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki 1968

18075

08

TIE

HELSINGIN



Helsingin alueen vedenhankinnan yleissuunnitelma

Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki 1968

Helsinki 1968. Valtion painatuskeskus
Offset

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUKSEN KIRJASTO

18075

SISÄLTÖ

	sivu
1. Toimeksianto ja tehtävän määrittely	1
2. Työn suoritustapa	3
3. Suunnittelualue	8
4. Alueellisen vedenhankinnan yleisiä näkökohtia	9
5. Käytettävissä olevat vesivarat	17
6. Vedentarve-ennusteet	23
7. Yhteenvedo suunnitelman perusteista	23
8. Teknilliset suunnitelmat ja toteuttamisaikataulu	26
9. Rahoitus ja veden hinta	37
10. Organisatiokysymykset	41

LIITTEET

- A Pohjavesivarat
- B Pintavesivarat
- C Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöjen vedenjakaja-alueen vesien käyttö vedenhankintaan
- D Vedenkäyttöennusteet
- E Päijänne - Helsinki tunnelitutkimukset
- F Avouomajärjestelmät
- G Kymijoen vesivoimakorvaukset
- H Vedenhintalaskelmia
- I Näkökohtia paikallisesta ja alueellisesta vesihuollosta

1. Toimeksianto ja tehtävän määrittely

Vuoden 1963 lopussa tekivät Maalaiskuntien Liitto, Suomen Kaupunkiliitto, Helsingin seutukaavaliitto, Lounais-Suomen seutukaavaliitto, Espoon kaupala, Helsingin kaupunki, Helsingin maalaiskunta ja Turun kaupunki aloitteen valtioneuvostolle osoitetulla kirjelmällä Etelä- ja Lounais-Suomen käyttöveden hankintaa koskevan yleissuunnitelman laatimisesta.

Vuoden 1964 alussa antoi kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriö tie- ja vesirakennushallituksen tehtäväksi mainitun yleissuunnitelman laatimisen. Aloitetta sekä kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön määräystä koskevat kirjelmät olivat sanamuodoltaan seuraavat:

Valtioneuvostolle

Etelä- ja Lounais-Suomessa, jossa vesistöjen vesivarat ovat pienet, asuu lähes kolmannes maamme väestöstä. Tämän alueen yhdyskuntien ja teollisuuden käyttöveden tarve on viimeaikoina suuresti kasvanut. Laadittujen ennusteiden mukaan alueen vedentarve tulee lähimpien vuosikymmenien aikana edelleen voimakkaasti lisääntymään, mikä johtuu sekä väestömäärän jatkuvasta nopeasta kasvusta että veden ominaiskulutuksen suurenemisestä. Riittävän ja laadultaan sopivan raakaveden hankkiminen on jo nyt Helsingin, Turun ja Rauman seuduilla osoittautunut mahdottomaksi niiden omien vesistöjen vesivaroista. Näiden seutujen vedenhankinnan suunnittelu on näin ollen pakko perustaa muualta saatavaan veteen.

Asian valottamiseksi mainittakoon, että esim. Helsingin seudun vedenkulutus on nyt $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Helsingin seudun äärikunniksi on tällöin luettu Kirkkonummen, Vihdin, Riihimäen, Hyvinkään, Tuusulan ja Sipoon kunnat. Alueen vedentarve on arvioitu olevan v. 1970 $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$, v. 1980 $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$, v. 1990 $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ja v. 2000 noin $10,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Alueen vesistöistä saatavat vesivarat riittävät vain noin $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruiseen kulutukseen, mikä ennusteen mukaan

saavutetaan muutaman vuoden kuluttua. Tämän mm. Helsingin kaupunkia uhkaavan katastrofin välttämiseksi kaupunki on laatinut ns. Hiidenvesi-suunnitelman, jonka mukaan Vantaaseen siirretään $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ lisävedtä Hiidenvedestä. Suunnitelman toteuttaminen ei kuitenkaan ratkaise Helsingin seudun vedenhankintakysymystä eikä edes Helsingin kaupungin vedenhankintaa pitkällä tähtäimellä.

Turun seudun vedentarpeen suuruudeksi on v. 2000 arvioitu $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$, kun sitä vastoin alueen suurimpien jokien - Aura-joen, Paimionjoen ja Ruskonjoen - yhteinen alivirtaama on ainoastaan $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Rauman seudun vedentarvetta taas tyydytetään jo nyt muualta johdettavalla lisävedellä.

Eräillä muillakin Etelä- ja Lounais-Suomen seuduilla tulee ennen pitkää esiintymään vedenhankintavaikeuksia, joita ei pystyttäne paikallisesti ratkaisemaan.

Edellä esitetyn johdosta on välttämätöntä kiireellisesti laatia yleissuunnitelma Etelä- ja Lounais-Suomen vedenhankintaa varten. Tämä tehtävä on niin laajakantoinen, etteivät yksityiset kunnat tai edes seutukaavaliitot taikka muut kuntainliitot voi sitä suorittaa. Se on valtakunnallinen tehtävä, jonka hoitamisen on katsottava olevan tie- ja vesirakennushallituksen asia, koska tälle keskusvirastolle kuuluu huolehtiminen vesitalouden yleistä parantamista koskevista toimenpiteistä.

Edellä mainitun perusteella allekirjoittaneet järjestöt ja kunnat kunnioittaen esittävät, että

Valtioneuvosto antaisi tie- ja vesirakennushallitukselle tehtäväksi kiireellisesti laatia yksityiskohtainen yleissuunnitelma Etelä- ja Lounais-Suomen käyttöveden hankinnasta.

Helsingissä joulukuun 30 päivänä 1963

Maalaiskuntien liitto	Suomen Kaupunkiliitto
Helsingin seutukaavaliitto	Lounais-Suomen seutukaavaliitto
Espoon kauppala	Helsingin kaupunki
Helsingin maalaiskunta	Turun kaupunki

Kulkulaitosten ja yleisten
töiden ministeriö
Helsinki 9.1.1964

Tie- ja vesirakennushallitukselle

Sittenkun tie- ja vesirakennushallitus viitekirjelmässä sekä Maalaiskuntien Liitto, Suomen Kaupunkiliitto ja eräät muut yhteisöt erillisessä kirjelmässä olivat tehneet esityksen yleissuunnitelman laatimisen Etelä-Suomen käyttöveden hankinnasta antamisesta tie- ja vesirakennushallituksen tehtä-

väksi yhteistoiminnassa kuntien ja teollisuuden kanssa sekä tie- ja vesirakennushallituksen oikeuttamisesta tarkoitusta varten käyttämään sille tutkimuksia ja suunnitelmien laatimista varten asetettuja tai vastaisuudessa asetettavia määrärahoja, valtioneuvosto on kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriöstä tänään tapahtuneessa esittelyssä, asian oltua valmistavasti valtioneuvoston raha-asiainvaliokunnan käsiteltävänä, päättänyt antaa tämän tehtävän tie- ja vesirakennushallituksen suoritettavaksi sekä myöntänyt sille oikeuden käyttää tarkoitukseen mainittuja määrärahoja.

Tämän kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriö valtioneuvoston päätöksen mukaisesti ilmoittaa tie- ja vesirakennushallitukselle tiedoksi ja noudatettavaksi.

Ministeri M. Niskala
Hallitussihteeri Erkki Saure

Tie- ja vesirakennushallituksen saamassa määräyksessä ei ole tarkemmin määriteltä, mitä aluetta suunnitelma tulisi koskemaan. Tämän asian arvostelu työn alussa jäi osaksi sen varaan, mitä aloitteen tehneet Maalaiskuntien Liitto, Suomen Kaupunkiliitto ja muut yhteisöt kirjeessään valtioneuvostolle olivat esittäneet, osaksi sen varaan, mitä jo ennen suunnittelutyön aloittamista tiedettiin Etelä- ja Lounais-Suomen vedenhankintatilanteesta.

2. Työn suoritustapa

Tehtävän hoitamista varten on tie- ja vesirakennushallituksen vesistöosastolle perustettu työryhmä, jonka tehtävänä on annetun suunnittelutyön suorittaminen. Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön määräyksen hengen mukaisesti on suunnittelutyö suoritettu pitäen yhteyttä alueen kuntiin, seutukaavaliittoihin ja teollisuuslaitoksiin.

2.1 Helsingin ryhmä

Yhteydenpito kuntiin muodostui jatkuvaksi syyskuun 29 päivästä 1964 alkaen, jolloin tie- ja vesirakennushallituksen toimesta kutsuttiin koolle ne Helsingin alueen kunnat ja yhteisöt, joita asian arvioitiin koskevan. Tämän kokouksen jälkeen on yleissuunnitelman laatimiseen liittyviä neuvottelukokouksia pidetty yhteensä 22 kertaa. Näissä kokouksissa ovat yleensä olleet edustettuina suunnittelijoiden ohella

Helsingin kaupunki ja maalaiskunta, Espoon kauppala sekä Helsingin seutukaavaliitto.

Neuvotteluja on käyty alueen eri kunnissa vuorotellen ja kokoukset ovat luonteeltaan olleet informatio- ja suunnittelua koordinoivia tilaisuuksia. Niissä on käyty läpi pääosa yleissuunnitelmaa varten laadituista tutkimuksista ja selvityksistä sekä vastaavasti kuntien ja yhteisöjen laatimat ja toteuttamat vedenhankintasuunnitelmat tai niihin liittyneet selvitykset.

Suunnittelutyön kestäessä ovat Helsingin kaupunki, Helsingin maalaiskunta ja Espoon kauppala, joka huolehtii vedenhankinnasta myös Kauniaisten kauppalalle, tie- ja vesirakennushallituksen suosituksesta solmineet ns. kolmisopimuksen 6.10.1965. Sopimuksen tarkoituksena on sopijapuolten vedentarpeen tyydyttäminen ja veden laadun parantaminen noin vuoteen 1980, ts. siihen saakka kunnes Helsingin alueelle saadaan vettä laadittavana olevan yleissuunnitelman toteuttamisen avulla.

Kolmisopimuksen solmimisen jälkeen ovat Helsingin kaupunki ja Helsingin maalaiskunta sekä Helsingin kaupunki ja Espoon kauppala lisäksi sopineet puhdistetun veden myynnistä Helsingin kaupungin verkosta mainittuihin kuntiin. Viimeksimainitut sopimukset koskevat vedenmyyntiä vuosiin 1970...1976 ja tarvittaessa mahdollisesti vuosiin 1975...1979 saakka.

Aikaisemmin mainitun kokoussarjan lisäksi on Helsingin kaupungin ja tie- ja vesirakennushallituksen kesken kokoonnuttu neuvottelemaan tarpeen mukaan lähes viikottain. Nämä neuvottelut on käyty vuoroin kaupunginjohtaja Hj. Krogiuksen ja ylijohtaja S. Jaatisen puheenjohtolla.

Yhteistyö tässä muodossa alkoi vuoden 1965 lopulla. Näissä kokouksissa on käsitelty suunnitteluun liittyviä selvityksiä ja tutkimuksia sekä kehitelty eteenpäin työn suuntaviivoja. Yhteistyön konkreettisimpana muotona on Helsingin kaupunki osallistunut suunnitteluun hoitamalla siihen liittyneistä tehtävistä mm:

- selvityksen laatimisen tekopohjaveden käyttöönottomahdollisuuksista Helsingin vesihuoltoalueen vedenhankinnan yhteydessä,
- meriveden suolanpoistotutkimuksen laatimisen
- väliselvityksen laatimisen Helsingin kaupungin vesilaitoksen Päijänteellä vv. 1960-66 suorittamista tutkimuksista
- maastotutkimusten suorittamisen Helsingin-Päijänteen tunnelin osuudella Palonmaa (Koski) - Pulkkilanharju

Kaksi viimeksimainittua tutkimusta on edelleen selvitettävänä kaupungin toimesta. Lisäksi liittyvät Päijänteen vedenlaatututkimuksiin muiden yleisjärjestelyn yhteydessä mahdollisesti vedensiirtoreitin osana tai vedenottopaikkana kysymykseen tulevien vesistöjen tai vesistönosien vedenlaatua ja vedenkäsittelymahdollisuuksia koskevat tutkimukset.

Vedenlaatututkimusten kokoamiseksi ja tutkimustoiminnan ohjelmoimiseksi pidettiin 16.2.1966 tie- ja vesirakennushallituksessa neuvottelutilaisuus, johon oli kutsuttu ne vesitutkimuksia teettäneet yhteisöt (mm. vesiensuojeluyhdistykset) ja viranomaiset joiden työkenttänä oli Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöjen ne osat, joiden arvioitiin voivan tulla kysymykseen Helsingin vesihuoltoalueen raakaveden hankinnassa. Näitä neuvotteluja jatkettiin mm. maataloushallituksen vesiensuojelutoimistossa ja Helsingin kaupungin vesilaitoksella vesiensuojeluyhdistysten edustajien kanssa samana keväänä useamman kerran. Erityisesti tutustuttiin näissä neuvotteluissa Maataloushallituksen vesiensuojelutoimiston Päijänteellä suorittamiin tutkimuksiin sekä tutkimussuunnitelmiin, samoin oli erityisen huomion kohteena Pohjois-Päijänteen vesiensuojeluyhdistyksen toimeksiannosta laadittavana ollut ja keväällä 1967 valmistunut toimialueen vesien käyttö- ja hoitosuunnitelma.

Vedenottoon Päijänteestä läheisesti liittynyttä Kymijoen voimalaitoksille aiheutuvaa energian menetystä ja sen korvaamista on käsitelty 9.11.1966 ao. voimalaitosten edustajien kanssa pidetyssä neuvottelussa. Voimalaitosten edustajien käsityksen mukaan on energian menetys tarkoituksenmukaisimmin korvattavissa energialla.

2.2 Tuusulan ryhmä

Tie- ja vesirakennushallituksen aloitteesta pidettiin 8.9.1964 Tuusulassa Helsingin maalaiskunnan, Järvenpään, Keravan ja Tuusulan vedenhankintaa koskenut neuvottelutilaisuus. Tällä kokouksella aloitettu yhteydenpito johti kolmen kunnan, Tuusulan, Keravan ja Järvenpään, muodostaman Tuusulan seudun vesihuoltotoimikunnan perustamiseen, jonka toimesta on laadittu näiden kuntien vesihuoltolaitosten sekä teknillinen että hallinnollinen yhteistyösuunnitelma.

Suunnitelman tarkoituksena on järjestää näiden kolmen kunnan vesilaitosten yhteistyö siten, että alueen lukuisat ja hajallaan olevat pohjavesivarat voidaan ottaa käyttöön taloudellisemmin ja tarkoituksenmukaisemmin kuin kunkin kunnan toimiessa erikseen. Yhteistyön käytännön toimenpiteet hoitaa kuntainliitto, jonka perussääntö on jo hyväksytty ja vahvistettu.

Tuusulan seudun vesihuoltotoimikunnan puheenjohtajana on toiminut kunnanjohtaja E. Winqvist ja suunnitelman valmisteluun ovat osallistuneet mm. Maalaiskuntien Liitto ja Suomen Kaupunkiliitto. Vesihuoltotoimikunnan työstä ja vastaavasti Etelä-Suomen vedenhankintasuunnitelmasta sekä laadittujen suunnitelmien niveltymisestä toisiinsa on neuvoteltu aina tarpeen mukaan.

2.3 Muut kunnat ja yhteisöt

Helsingin vesihuoltoalueeseen on luettu kuuluvaksi edellämainittujen kuntaryhmien lisäksi mm. Hyvinkään ja Riihimäen kaupungit, Nurmijärven, Kirkkonummen ja Sipoon kunnat sekä Porvoon kaupunki ympäristöineen. Lisäksi on alueelle muodostunut kaksi selvää teollisuuskeskusta alueen rannikkokuntiin Porvooseen ja Kirkkonummelle. Näiden kuntien ja laitosten mielenkiinto yhteiseen vedenhankintaan on toistaiseksi ollut vähäisempää ajankohtaisempien paikallisten vesivarojen käyttöönoton sitoessa pääosan käytettävissä olleesta tutkimus- ja suunnittelukapasiteetista.

Suunnittelijat ovat olleet yhteydessä mainittuihin kuntiin tarpeen mukaan. Yhteyttä on pidetty myös teollisuuslaitoksiin sekä suoraan että asiaomaisten teollisuusliittojen kautta.

2.4 Suunnittelutyön vaiheet

Suunnitelman luonnos valmistui kesäkuussa 1967. Se jaettiin vesihuolto-alueen kuntien teknillisille virkamiehille 20.6.1967 pidetyssä kokouksessa. Samalla pyydettiin ao. virkamiesten kannanottoja luonnoksesta ja mahdollisia muutosehdotuksia syyskuun loppuun mennessä.

8.11.67 pidettiin tvh:ssa vesihuoltoalueen kuntien teknillisten virkamiesten toinen neuvottelukokous, jossa keskusteltiin lähinnä vedenhankinnan organisaatioon liittyvistä kysymyksistä sekä hankkeen toteuttamisesta.

Kokous ehdotti toimikunnan nimeämistä tutkimaan organisaatiokysymyksiä. Toimikuntaan päätettiin pyytää tvh:n edustajien lisäksi yksi edustaja jokaisesta kolmisopimuskunnasta, yksi edustaja Tuusulan ryhmästä sekä Suomen Kaupunkiliiton ja Maalaiskuntien Liiton edustajat.

Kokoukseen osallistuneet kuntien virkamiehet esittivät, että suunnittelutyön jatkuvuuden vuoksi olisi tärkeää, että tvh jatkaisi suunnittelutyötä yksityiskohtaisen toteuttamiskelpoisen suunnitelman aikaansaamiseksi.

2.5 Työryhmä

Suunnittelutyön on hoitanut tie- ja vesirakennushallituksen vesistöosastolle suunnittelu- ja rakennustoimistoon perustettu työryhmä. Työryhmän yksinomaisena tehtävänä on ollut vedenhankinnan yleissuunnitelmien laatiminen, joka Helsingin alueen ohella on ollut samanaikaisesti käynnissä myös Turun ja Rauman alueita varten.

Työryhmää on johtanut tekn.lis. E. Kajosaari ja siihen ovat kuuluneet suunnittelijoina dipl. insinöörit P. Ahosilta, E. Hauhe, L. Helenius, H. Laikari, V-M. Tiainen sekä insinööri R. Seppänen. Työhön liittyviä geologisia tutkimuksia on hoitanut fil.lis. H. Niini avustajinaan fil.maisterit E. Pokki, M. Rautavuoma, K. Rönkkö sekä E. Rönkä. Lainopillisenä asiantuntijana on työryhmällä ollut käytettävinaan tie- ja vesirakennushallituksen hallinto-osaston lainopillisen toimiston toimistopäällikkö I. Virtanen.

Maastotutkimuksissa on lisäksi käytetty työnjohtotehtävissä tie- ja vesirakennuslaitoksen Hämeen piirin henkilökuntaa.

Suunnittelutyön aikana ovat työryhmän jäsenet tehneet seuraavat opintomatkat

Kajosaari:

Belgia, Länsi-Saksa, Puola 1965, kolme viikkoa

Yhdysvallat 1966, 6 kk (Eisenhower Exchange Fellowships Inc:n stipendi)

Laikari:

Ruotsi 1966 kaksi yhden viikon matkaa

Länsi-Saksa, Sveitsi 1967, yksi viikko

Tiainen:

Sveitsi 1965-66 yksi vuosi (Sveitsin valtion stipendi)

Länsi-Saksa, Sveitsi 1967, yksi viikko

Niini:

Ruotsi 1966 yksi viikko

3. Suunnittelualue

Suomessa on jo pitkään voitu todeta, että maan väestön painopiste siirtyy etelään päin. Ilmiön syynä on jatkuva muuttoliike sisämaasta Etelä- ja Lounais-Suomeen, likipitäen rajan Pori - Tampere - Hamina lounaispuolelle. Samoilta alueille näyttää hakeutuvan myös ulkomaisiin raaka-aineisiin perustuva tai kulutushyödykkeitä valmistava teollisuus.

Tähän asti ovat vesivarat maan kaikissa osissa olleet riittävät veden nesteenä käyttöä ajatellen. Väestöennusteet ja talouselämän kehitysarviot osoittavat kuitenkin, että edellä mainitun alueen siinä osassa, joka jää Kokemäenjoen ja Kymijoen vesistöjen ja meren väliin, paikalliset vesivarat käyvät tulevaisuudessa riittämättömiksi tähän tarkoitukseen. Ensimmäisiä merkkejä tästä on jo nähtävissä käytännössäkin sekä konkreettisina toimenpiteinä että kilpailuna vesien käyttöön varaamisessa.

Muulla maassa ei arvioitavissa olevana aikana tule esiintymään alueellista veden puutetta, vaikka vedenhankinnan järjestäminen joissain yksittäistapauksissa saattaa aiheuttaa keskimääräistä suurempia kustannuksia. Laatu-

kysymysten vuoksi voidaan missä osassa maata hyvänsä joutua toteuttamaan laajojakin järjestelyjä.

Edellä esitetyistä syistä on valtioneuvoston toimeksianto tulkittu siten, että suunnittelutyö on alkuvaiheessa rajoitettu koskemaan aluetta, joka jää Kokemäenjoen ja Kymijoen vesistöjen sekä meren väliin. Mukaan on luettu myös Loimijokilaakso, joka vesivarojensa niukkuuden takia on varsinaisen rannikkovyöhykkeen luonteista. Suunnittelun kohteena oleva alue on yksityiskohtaisemmin kuvattu liitteessä C.

4. Alueellisen vedenhankinnan yleisiä näkökohtia

Vedenhankintajärjestelmää suunniteltaessa on tehtävänä määrältään riittävän ja laadultaan hyväksyttävän vedensaannin varmistaminen. Alueellisen vedentarpeen arvioinnissa on otettava huomioon yleiset vesilaitokset, vedenhankintansa omatoimisesti järjestävä teollisuus sekä maatalouden vedentarve.

Mitoitusperusteiksi kelpaavia arvioita veden käytön kehityksestä voidaan tehdä enintään 25...30 vuoden ajanjaksoa varten. Tätä kaukaisemman tulevaisuuden osalta sekä väestö- että ominaiskäyttöennusteet ovat varsin epävarmoja. Esitetyt arviot on kuitenkin ymmärrettävä pikemminkin suuntaa antaviksi ohjeiksi kuin suorasanaisiksi mitoitusperusteiksi. Kun hanke toteutetaan vaiheittain pitkän ajan kuluessa, on vedentarvennuste tarkistettava niin pian kuin kokemus tai muuttuneet olosuhteet antavat uusia arvioperusteita. Vesistöjen antoisuutta arvioitaessa on perusteena käytettävä suhteellisen harvoin, noin kerran 20...30 vuodessa esiintyviä alivirtaamatilanteita.

Alueellista, suurimittaista vedenhankintaa järjestettäessä on vielä otettava huomioon vesivarojen käyttö valtakunnallisena kysymyksenä, mikä seikka ei tule huomioon otetuksi paikallisia, esim. kuntakohtaisia vesilaitoksia suunniteltaessa. Tehtävän tähän osaan sisältyy huolehtiminen siitä, että eri vedenkäyttäjillä, mahdollisesti vasta tulevaisuudessa kysymykseen tulevillakin, on aina tarvettaan vastaavassa määrin vettä käytettävissään. Suomen vesivarat ovat nykyiseen ja odotettavissa olevaan tarpeeseen verrattuna niin runsaat ja alueellisesti siten jakautuneet, ettei veden-

puutteen tarvitse maan missään osassa olla yhdyskuntien kehittymistä tai teollista toimintaa rajoittava tekijä.

4.1 Mitoitus

Vedensiirtojärjestelmää mitoitettaessa tulee keskimääräisen vedenjohtokapasiteetin ohella tutkittavaksi, millä tavalla hoidetaan vedensaanti suurimman käytön aikana. Varsinainen siirtojohto on yleensä taloudellista mitoittaa keskimääräistä vuorokausikäyttöä varten. Tämä kriteerio on sitä paremmin perusteltavissa, mitä pitempi vesijohto on.

Vesilaitokset pystyvät yleensä itse huolehtimaan vuorokauden aikana normaalisti esiintyvistä käyttöhuipuista käytettävissään olevan varastotilan avulla. Verrattaessa toisiinsa eri vuorokausia voidaan todeta, että eri vuorokausien vedenkäyttö vaihtelee useimmiten viikkorytmiä noudattaen. Kunta suurempi vesilaitos on kyseessä, sitä pienempiä ovat huippuvuorokausien käytöt keskimäärään verrattuna.

Tampereella oli suurimman vuorokausikäytön ja vuorokausikäytön vuosikeskiarvon suhde v. 1965 1,2, Helsingissä, Turussa, Lahdessa ja Oulussa 1,3. Vasta kaupungeissa, joiden asukasluku oli pienempi kuin 60 000 tämä suhdeluku ylitti arvon 1,5. Tämän perusteella voidaan pitää todennäköisenä, että tulevalla Helsingin vesihuoltoalueella, jonka asukasluku ylittää 1,5 milj., huippukäyttövuo- rokauden ja keskimääräisen vuorokauden käyttöjen suhde on enintään 1,2.

Liitteessä D on suurimman vuorokausikäytön ohella tarkasteltu useamman vuorokauden muodostamien ryhmien keskimääräistä vedenkäyttöä Turun kaupungin vedenkäyttötilastojen perusteella. Näyttää siltä, että useamman vuorokauden muodostama ryhmä täysin ratkaisee varastotilan tarpeen, jos huippukäyttötilanteet hoidetaan varastoinnin avulla.

Jos vedensiirtojärjestelmän pääosan muodostaa tunneli, se on heti rakennettava lopullisiin mittoihinsa. Kun tunneli mitoitetetaan niin, että sen vedenjohtokyky on vedenkäyttöennusteen perusteella riittävä vielä n. 30 vuoden kuluttua keskimääräisen vuorokausikäytön mukaan laskien, on siinä riittävästi kapasiteettia suurempiakin vuorokausikäyttöjä ajatellen

huomattavan pitkälle eteenpäin. Huippukäyttövuo-rokausien vedentarpeen varmistaminen muilla keinoin on käytännössä siten ajankohtainen vasta noin 25 vuoden kuluttua ja silloin voidaan harkita, onko vedensiirtojärjestelmän kapasiteettia edullisempaa lisätä lyhytaikaisia käyttöhuippuja varten pumppauksen vai varastoaltaiden avulla. Altaiden rakentamismahdollisuus on syytä selvittää jo alustavan suunnitelman yhteydessä.

Jos vedensiirtojärjestelmä muodostuu putkijohdoista, on yksityiskohtaisesti tutkittava, onko kannattavampaa rakentaa yksi vai useampia, mahdollisesti eri reittejä kulkevia putkijohtoja. Useamman johdon avulla saavutetaan suurempi käyttövarmuus ja usein myös säästöjä pääomamenoissa. Vaiheittain tehostettavissa oleva järjestelmä on perusteltavissa erityisesti silloin, kun veden käytön kasvu on hidasta tai sen kasvuennusteet ovat syystä tai toisesta epävarmoja.

4.2 Raakaveden laatu

Määrän jälkeen seuraavaksi tärkein tekijä on veden laatu. Asiaa tarkasteltaessa voidaan lähtökohtana pitää sitä, että Suomen pintavedet laatuunsa vuoksi yleensä vaativat ns. täydellisen kemiallisen käsittelyn ennen kuin niitä voidaan jakaa yleiseen käyttöön. Likaantumattoman ja likaantuneen raakaveden ero näkyy siinä, että edellisessä tapauksessa päästään sekä esteettisessä, hygieenisessä että teknillisessä mielessä moitteettomaan lopputulokseen, kun taas jälkimmäisessä tapauksessa veteen yleensä jää haju- ja makuvikoja, vaikka se täyttäisikin vesijohtovedelle asetettavat hygieeniset ja teknilliset vaatimukset. Lääkintöhallituksen yleiskirje N:o 1404/26.5.1967 määrittelee, millaiset hygieeniset vaatimukset yleiseen jakeluun tarkoitetun veden on täytettävä.

Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että likaantuneesta raakavedestä valmistettu vesijohtovesi ei aina ole hygieenisessä suhteessa varmaa vaikka bakteriologiset vaatimukset onkin täytetty, koska kaikkia vedessä olevia viruksia ei voida hävittää tai poistaa niillä menetelmillä, joita pintaveden puhdistuksessa yleensä käytetään.

Toisen likaantuneisiin pintavesiin liittyvän terveydellisen vaaratekijän muodostavat lukuisat uudet synteettiset aineet, kuten pesuaineet sekä kasvinsuojelumyrkyt ja -hormoonit, joita yhä enenevässä määrin on niin jätevesissä kuin maatalousalueiden kuivatusvesissäkin. Näistä aineista suurin osa on biologisesti erittäin voimakkaasti vaikuttavia, eikä toistaiseksi tiedetä, millä tavalla ne vaikuttavat ihmiseen esiintyessään vaikkakin vain hivenaineen luontoisesti hänen käyttämässään vedessä. Normaalisti käytetyt vedenpuhdistusmenetelmät eivät poista näitä aineita vedestä likimainkaan täydellisesti. (vrt. esim. Kruse: Kanzerogene Stoffe und die Trinkwasserversorgung, Das Gas- und Wasserfach, Heft 12 1965; Schinzel: Wasser und Gesundheit, Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrgang 17, n:o 9/10 1965 sekä Report of the Environmental Pollution Panel of President's Science Advisory Committee: Restoring the Quality of Our Environment, Washington 1965).

Esimerkkinä siitä, kuinka suuri kansanterveydellinen merkitys veden näennäisesti viattomilla luonnollisillakin laatueroilla saattaa olla, voidaan mainita eri tahoilla todettu selvä käänteinen korrelaatio veden kovuuden ja sydämen verisuonisairauksien esiintymislukuisuuden välillä.

(vrt. esim. Schroeder: Relation Between Mortality from Cardiovascular Disease and Treated Water Supplies. Variations in States and 163 Largest Municipalities of the United States, The Journal of Am. Med. Association, 172, 1960).

4.3 Vesilähteiden suojaaminen

Vesien laadun tehokas suojeleminen on osoittautunut erittäin vaikeaksi kaikissa maissa ja varsin usein on katsottu voitavan varmistaa vesijohtoveden hyvä laatu ainoastaan siten, että vedenotto on siirretty vesistöihin tai vesistönosiin, jotka vielä ovat moitteettomia ja jotka asutusta sekä teollistumista estävien luonnonsuhteiden ansiosta tai erityisen lainsäädännön avulla todennäköisesti pysyvätkin puhtaina. Useimmissa maissa on vedenottoon käytettävissä harvaan asuttuja tai kokonaan asumattomia vuoristoja, joissa sadanta lisäksi on erittäin suuri. Silloin tarvitaan suuriakin vesilaitoksia varten varsin pienet vedenkeräysalueet.

Helsingin vesihuoltoalueen ulottuvilla ei ole riittävän laajoja vedenkeräysalueita, jotka voitaisiin kokonaan rauhoittaa asutukselta ja teollisuudelta. Koska ankarat paikalliset vesiensuojelumääräykset olisivat paras tae laadun huononemista vastaan tulevaisuudessa, olisi pienestä vedenkeräysalueesta etua. Tällöin vesiensuojelun erikoismääräykset koskisivat mahdollisimman suppeaa väestöryhmää. Tällaisten erikoismääräysten antaminen ei tuota käytännössä tuloksia jos vesistöalue on laaja, runsaasti asuttu ja teollistunut.

4.4 Käyttövarmuus

Vedenjakelun katkeaminen aiheuttaa jo muutamassa tunnissa varsin vakavia haittoja niin väestölle kuin teollisuudellekin ja nämä haitat ovat sitä suurempia, mitä suuremman alueen vedenjakelusta on kysymys. Alueellisen vedenhankinnan ollessa kysymyksessä on varmuus vedensaannin jatkuvuudesta niin tärkeä tekijä, että varsinainen vedensiirtojärjestelmä on syytä varmistaa niin, että katastrofitilanteessakin saadaan ainakin määrältään riittävästi vettä. Koska etukäteen on mahdotonta arvioida, mikä osa vedensiirtojärjestelmästä tulee toimintakyvyttömäksi, ei varsinaisella ja varajärjestelmällä saa olla mitään yhteisiä osia.

Varajärjestelmän tarpeellisuutta ja sitä, kuinka suuria investointeja siihen kannattaa tehdä, on arvosteltava sen todennäköisyyden mukaan, mikä varajärjestelmän käytöllä on. Todennäköisimpiä käyttöhäiriöiden syitä vedensiirtojärjestelmässä ovat koneistot, kuten pumpput, välppäkoneistot ja sulut, sekä sähkövirran katkeaminen. Laitteistojen toimintavarmuus saavutetaan parhaiten jakamalla koneisto sopivankokoisiin yksiköihin, joista aina osa on reservissä normaalitilanteissa. Tämä järjestely on välttämätöntä jo rutiinitarkastusten ja huollonkin takia. Sähkövoiman saannin jatkuvuus voidaan helposti varmistaa polttomoottorikäyttöisin varalaittein.

Avouomien ja putkijohtojen kunnostaminen käyttökuntoon mahdollisten häiriöiden sattuessa on suhteellisen yksinkertaista ja nopeaa. Tarkoituksenmukaisen suunnittelun avulla, kuten porrastamalla avouomat ja rakentamalla rinnakkaisjohtoja voidaan avouomien ja putkijohtolinjojen

toiminnan jatkuvuus varmistaa niin, että käytön keskeytykset ovat sekä harvinaisia että lyhytaikaisia.

Suurten vesimäärien johtamiseen käytetty kalliotunneli ei ole yhtä altis käyttöhäiriöille kuin avouoma tai putkijohto, mutta toisaalta on vikojen korjaaminen vaikeampaa.

Jos tunneli rakennetaan kokonaan kallioon, valitaan suunta ja syvyysasema siten, että kalliooperässä esiintyvien ruhjekohtien osuus tunnelin koko pituudesta jää mahdollisimman lyhyeksi. Kun kaikki ruhjekohdat ja muut epävarmat tunneliosuudet vahvistetaan tarkoituksenmukaisin betonirakentein, voidaan tunnelia pitää varsin luotettavana vedenjohtoreittinä. Kalliotunneleita on rakennettu teollisuuden tarkoituksia varten tässä tapauksessa kysymykseen tulevaa aluetta vastaavissa olosuhteissa sekä Suomessa että Ruotsissa. Suoritetun tiedustelun perusteella on todettu tunnelia pidettävän niin luotettavana vedensiirtoreittinä, ettei ole katsottu tarpeelliseksi rakentaa sille rinnakkais- tai varajärjestelmiä.

Saatujen kokemusten mukaan joudutaan kalliotunnelin kokonaispituudesta n. 10 % vahvistamaan eriasteisin betonirakentein. Kysymykseen tulevat halkeamien injektointi, betonirui skutus joko teräsverkkovahvisteisena tai ilman ja heikoimmissa kohdissa varsinainen paikalla valettu tai elementeistä koottu teräsbetonivahvistus. Millään näistä menetelmistä ei tunnelia saada täysin tiiviiksi ja suunnittelussa onkin huolehdittava siitä, että vedenpaine tunnelissa suurin piirtein on sama kuin ympäröivän kallion halkeamissa olevan pohjaveden paine. Jos paine-ero on suuri, syntyy virtausta joko tunneliin tai siitä pois ja vuosien mittaan saattavat betonirakenteet syöpyä siinä määrin, että tunneliholvin stabilisuus tulee uhanalaiseksi. Sekä pohja- että pintavedet ovat aina jossakin määrin betonia syövyttäviä.

Huolellisesti rakennetun ja oikeissa painesuhteissa toimivan tunnelin suurimmaksi uhaksi jäävätkin kalliooperässä tapahtuvat liikahtelut. Suomi on aluetta, jossa maanjäristyksen todennäköisyys on pienimpiä maailmassa, eikä historiallisena aikana Etelä-Suomessa tunnettu rakennuksille vaurioita aiheuttaneita maanjäristyksiä. Rakenteita ja

rakennuksia suunniteltaessa ei meillä tästä johtuen koskaan oteta huomioon maakuoren liikahteluista aiheutuvia kuormituksia.

Vesijohtotunnelin vaurioitumisen todennäköisyys on edellä esitetystä johtuen erittäin pieni, minkä vuoksi varajärjestelmässä voidaan tyytyä vähimpään mahdolliseen eli riittävän vesimäärän varmistamiseen häiriön sattuessa. Koska korjaustyöt joudutaan suorittamaan itse tunnelissa, saattavat ne olla varsin aikaavieviä, jonka vuoksi varajärjestelmää on tarvittaessa pystyttävä käyttämään ilman aikarajoitusta. Poikkeustilanteessa saatavan veden laadun varmistamiseen ei sen sijaan kannattane investoida mitään yleisten vesiensuojelutoimenpiteiden lisäksi. Veden normien mukainen hygieenisuus saadaan joka tapauksessa varmistettua vedenpuhdistuslaitoksilla.

4.5 Vedenhankinnan turvaaminen katastrofitilanteessa

Rauhanaikaisen onnettomuuden tai sotatoimien seurauksena saattavat laajojen alueiden pintavedet tulla samanaikaisesti siinä määrin radioaktiivisen laskeuman saastuttamiksi, että niitä ei voida käyttää yhdyskuntien vesilaitosten tarkoituksiin normaalilla tavalla. Vesihuollon turvaamistoimikunta on suositellut riittävien pohjavesiesiintymien varaamista yhdyskuntien käyttöön ainakin siten, että välttämätön minimivesimäärä voidaan turvata kaikille ihmisille. Liitteessä A on lähemmin esitetty, minkä verran suunnittelualueella on tutkittuja pohjavesivaroja.

Pintaveden varastointi siinä laajuudessa ja sillä tavalla, että laskeumalta suojattua vettä voitaisiin normaalitavalla käyttää useampia vuorokausia, ei tule kysymykseen kustannussyistä. Jos vedensiirtojärjestelmä on suljettu, ts. putkijohto tai tunneli, mahtuu siihen melkoisia vesimääriä, jos siirtoetäisyys on pitkä. Helsingin vesihuoltoalueen tapauksessa tulee todennäköinen siirtojärjestelmä olemaan tunneli, jonka pituus on noin 120 km ja poikileikkauspinta-ala noin 15 m^2 . Tällaisen tunnelin tilavuus on $1,8 \text{ milj. m}^3$, joka riittää esim. yhdelle miljoonalle asukkaalle 33 vuorokaudeksi, jos vedenkäyttö voidaan rajoittaa määrään 50 l/as.vrk, mitä poikkeustilanteessa on pidettävä varsin runsaana. Edellämainittu vesihuollon turvaamistoimikunta pitää hyväksyttävänä miniminä 2,5 l/as.vrk.

4.6 Teollisuusvesi

Vesilaitosten jakamasta vedestä menee nykyisin tilastojen mukaan n. 2/3 varsinaisen asutuksen käyttöön ja 1/3 yhteensä teollisuusvedeksi ja ns. yleiseen kulutukseen, toisin sanoen sammutusvedeksi, vuotoihin, puistojen kasteluun ja muihin näihin verrattaviin tarkoituksiin. Vesilaitoksilta vetensä saava teollisuus on usein sen luonteista, että prosessiveden on täytettävä samat vaatimukset kuin vesijohtovedenkin, näin on asianlaita esim. elintarviketeollisuudessa. Toinen yhteinen piirre vesilaitoksiin liittyneellä teollisuudella on, että yksiköt ovat vedenkäyttäjinä suhteellisen pieniä, jolloin veden ostaminen yleiseltä vesilaitokselta kannattaa.

Jos vedentarve on suuri ja nimenomaan jos vaatimukset laadun suhteen ovat alemmat, järjestävät teollisuuslaitokset vedenhankintansa mieluummin itse, jos suinkin mahdollisuuksia on. Näiden teollisuuslaitosten käyttöveden ei tarvitse olla peräisin yhtä huolellisesti valituilta ja suojattavilta vedenkeräysalueilta kuin yleisten vesilaitosten raakaveden. Vaikka Helsingin vesihuoltoalueen ja Keski-Uudenmaan paikallisia pintavesiä ei tulevaisuudessa ilmeisesti voida säilyttää sopivina vesilaitosten normaaliin raakaveden ottoon, ne on kuitenkin pyrittävä säilyttämään käyttökelpoisina muita käyttömuotoja kuten vesiuurheilua, urheilu- ja virkistyskalastusta sekä teollisuusveden ottoa varten. Paikallisten vesistöjen käyttökelpoisuutta vedenottopaikkoina olisikin pyrittävä parantamaan järviä säännöstellämällä ja lisäämällä alivirtaamia kuivakausina sisämaan suurista vesistöistä johdettavalla vedellä.

Alivirtaamien lisäys tekee mahdolliseksi nykyistä suuremman vedenkäytön myöskin sisämaassa, mutta nimenomaan se lisää vettä käyttävän teollisuuden sijoittumismahdollisuuksia rannikolla, missä jätevesikysymysten hoito on yksinkertaista. Teollisuutta ja muita edellä mainittuja yleisiä käyttömuotoja palvelevan veden siirto sisämaasta on edullisinta suorittaa käyttäen mahdollisuuksien mukaan hyväksi luonnonvesistöjä.

4.7 Maatalouden tarpeet

On todennäköistä, että suunnittelualueella veden käyttö myös maatalouden tarkoituksiin tulevaisuudessa nykyisestään lisääntyy. Puutarhatalous, erityisesti vihannesten kasvattaminen, vaatii kastelua säännöllisesti ja voimaperäinen laiduntalous niinikään on mahdotonta ilman kastelua ainakin kuivina vuosina. Kasteluveden tarve esiintyy aikana, jolloin vesistöjen virtaamat ovat pienimmillään ja veden tarve voi olla huomattava. Jos esim. halutaan kastella 200 ha yhdessä yössä eli n. 10 tunnissa ja kastelumääränä pidetään 20 mm, tarvitaan tähän vettä $1 \text{ m}^3/\text{s}$ 10 tunnin ajan. Alivirtaamien lisäyksillä saadaan myöskin kasteluun tarvittava vesi edullisimmalla tavalla.

5. Käytettävissä olevat vesivarat

5.1 Pohjavedet

Pohjavesiesiintymät ovat maassamme harvoin niin antoisia, että suurempien yhdyskuntien vedenhankintaa voitaisiin järjestää pohjaveden avulla. Pienemmät yhdyskunnat sitävastoin ovat useimmiten pohjavettä käyttäviä. Tämä onkin täysin perusteltua, sillä tarjolla olevien esiintymien antoisuuden ollessa riittävä on pohjavesilaitos sekä kustannuksiltaan edullisempi että laadullisesti parempi kuin pintavesilaitos.

Pohjavesien merkitys onkin varsin paikallinen, mutta suunnittelutyön yhteydessä on silti selvitetty tiedossa olevien pohjavesiesiintymien sijainti ja antoisuus (Liite A). Liitteessä on luetteloitu ainoastaan esiintymät, joiden antoisuus on selvitetty luotettavalla tavalla, esimerkiksi koepumppauksen avulla. Antoisuudet on esitetty kunnittain ja alueittain sivuilla A 8 ja A 9.

Paikallisten esiintymien avulla voivat varsin monet suunnittelualueen yhdyskunnat tulla toimeen siihen asti, kunnes laajamittaisemmat yhteiset vedenhankintajärjestelyt on ehditty toteuttaa. Pohjavesivarojen lisääminen tekopohjaveden avulla voi tulla kysymykseen joissakin yksittäistapauksissa, mutta Helsingin alueen vedenhankinnan kokonaisuutta ajatellen sillä on vain vähäinen merkitys.

5.2 Paikalliset pintavedet

Etelä-Suomen rannikkoalueen vesistöt ovat yleensä pieniä jokivesistöjä. Ne ovat joko kokonaan järvettä tai niukkajärvisiä. Ainoastaan Karjaanjoen ja Eurajoen vesistöissä on järvisyys niin suuri, että se oleellisesti tasoittaa virtaamavaihteluja. Alueen pohjavesivarojen suhteellisesta niukkuudesta johtuen pohjavesien osuus vesistöjen koko virtaamasta alivirtaamienkin aikana on pieni ja virtaamat ovat täten välittömästi sääsuhteista riippuvaisia ja luonnolliset alivirtaamat hyvin pieniä.

Taulukossa 1 on esitetty Helsingin vesihuoltoalueen ja sen lähiympäristön tärkeimpien jokien eräitä hydrologisia arvoja. Taulukko esittää luonnonmukaisia, säännöstelemättömiä virtaamia, jotka esiintyvät enää ainoastaan Porvoonjoessa. Karjaanjoen luonnollinen alivirtaama on kokonaan arvioitu, koska Lohjanjärveä on säännöstelty varsin pitkään ja säännöstelyn aikana on alivirtaama luonnonmukaisista olosuhteista poiketen silloin tällöin saavuttanut nolla-arvojakin.

Taulukko 1

Uudenmaan vesistöjen hydrologisia arvoja

	Vesistöalue km ²	Luonn. NQ m ³ /s	MNQ m ³ /s	MQ m ³ /s	Tavoite NQ m ³ /s
Porvoonjoki	1128	0,3	1,3	10,2	3,0
Mäntsälänjoki	780	0,1	0,2	7,5	2,5
Vantaa	1680	0,5	1,3	15,1	5,0
Siuntionjoki	465	0,2	0,7	4,9	2,0
Karjaanjoki	1925	<u>(3,0)</u> (4,1)	<u>4,9</u> 8,4	<u>17,8</u> 55,5	<u>7,0</u> 19,5

Taulukossa 1 esitettyjen vesistöjen hydrologiasta on yksityiskohtaisempia tietoja liitteessä B. Liitteessä on myös tutkittu mainittujen vesistöjen säännöstelymahdollisuuksia ja muita kysymyksen tulevia toimenpiteitä, joilla alivirtaamia voitaisiin lisätä.

Porvoonjoki on jätetty yksityiskohtaisen tarkastelun ulkopuolelle, koska sen tulvasuojelun suunnittelu on maataloushallituksen hoidettavana. Porvoonjoen latvoille on suunniteltu Luhtikylän tekoallas (26 milj. m³), jonka avulla voidaan paitsi varastoida tulvavesiä myöskin tuntuvasti lisätä alivirtaamia. Jos altaan koko tilavuus voidaan ajatella käytettäväksi alivirtaamien lisäämiseen, saadaan siitä esim. 3 m³/s 100 vuorokauden ajan.

Taulukon 1 viimeisessä sarakkeessa on esitetty se alivirtaama, jota olisi pidettävä tavoitteena teollisuutta ja vesistöjen yleiskäyttöä silmälläpitäen. Jos Lohjanjärvestä otetaan vettä Siuntionjokeen, voitaneen Karjaanjoen alivirtaamista tinkiä. Vesivarojen käytön kokonaisuuden kannalta ajatellen tämä olisi järkevää, koska silloin suuri osa Siuntionjoen virtaamista muuttuisi käyttökelpoisiksi.

Veden laatu Uudenmaan järvettömissä vesistöissä vaihtelee tuntuvasti vuodenaikojen mukaan. Esimerkiksi tästä on taulukkoon 2 kerätty maataloushallituksen vesiensuojelutoimiston aineistosta veden laatua koskevia tietoja vuodelta 1964.

Alueen jokivesistöt ovat alkuperäiseltä luonteeltaan keskimäärin samantyyppisiä ja myöskin Hiidenvedeen ja Lohjanjärveen tuleva vesi lienee muiden Uudenmaan jokivesien luonteista, vaikka se järvioltaissa sitten jonkinverran muuttuukin ja satunnaiset laadunvaihtelut tasoittuvat.

Eroavaisuuksia eri jokien veden laadussa aiheuttaa vesistöjen eriasteinen likaantuminen, josta viitteitä antavat lähinnä BHK₅, sekä typpi- ja fosforipitoisuus ynnä coliryhmään kuuluvien bakteerien lukumäärä. Mitkään näiden indikaattorien osoittamat ominaisuudet eivät välttämättä aiheuttaisi vaikeuksia veden käsittelyssä johtovedeksi sopivaksi, mutta ne häiritsevät veden biologista tasapainoa tai asettavat erityisiä vaatimuksia vedenkäsittelyn luotettavuudelle. Vesijohtoveden huono maku ja haju, joiden perusteella veden käyttäjä voi aistivaraistikin todeta likaantuneen raakaveden, johtuu joko biologisten prosessien tuloksista tai jätevesien sisältämisestä yhdisteistä. Kummassakin tapauksessa riittää häiriön aiheuttajaksi niin pieni pitoisuus, ettei sitä yleensä voida analyttisesti todeta.

Taulukko 2.

Eräiden Uudenmaan jokien analyysituloksia

	päivä	t °C	O ₂ mg/l	θ ₂ %	Haidn. j. mg/l	Hehk. j. mg/l	S. iohdok.	Alkaliinit	Kovuus °dH	pH
Porvoonjoki, Porvoon yläp.	9.3.64	0.4	8.6	62	481	391	696	1.0	6.2	7.0
	19.3.64	8.8	10.5	94	201	136	87	0.23	1.9	6.8
	17.8.64	17.0	11.1	118	1181	930	1764	0.84	12.0	7.7
	28.10.64	5.9	10.5	87			130	0.47	2.6	7.2
Mänsälänjoki, jokisuu	9.3.64	0.4	11.5	82	135	96	134	0.68	3.3	7.2
	19.5.64	10.3	10.2	94	211	147	98	0.19	2.3	6.8
	17.8.64	17.4			106	64	97	0.53	2.2	7.4
	28.10.64	5.5	10.3	85			130	0.66	2.9	7.4
Vantaa, Vanhakaupunki	9.3.64	0.6	11.1	80	153	108	184	1.0	3.2	7.1
	19.5.64	9.8	10.1	90	107	56	94	0.30	2.1	6.9
	17.8.64	17.0	8.5	90	179	100	183	0.89	3.2	7.4
	28.10.64	5.3	10.2	83	93		173	0.59	3.5	7.1
Lohjanjärvi, luusua	10.3.64	1.7	9.6	71	91	56	91	0.46	2.4	7.2
	14.5.64	8.3	10.4	91	90	49	87	0.41	1.8	6.8
	13.8.64	18.7	7.7	85	96	51	90	0.43	1.9	7.0
	26.10.64	8.3	9.7	86	80	45	89	0.43	1.9	7.3

	päivä	Väri pt mg/l	KMnO ₄ mg/l	BHK ₅ mg/l	N mg/l	P mg/l	S mg/l	Cl mg/l	Fe mg/l	Coliforms Endo MKS
Porvoonjoki, Porvoon yläp.	9.3.64	70	30	2.0	2.3	0.44	10.3	18.3	1.7	1660
	19.3.64		57	1.6	1.9	0.11	4.8	6.9	1.7	10700
	17.8.64		46	7.6	1.4	0.20	22.4	50.3	1.1	2400
	28.10.64		58	1.6	1.7	0.25	6.7	12.2	1.4	1350
Mäntsälänjoki, jokisuu	9.3.64	150	43	2.4	1.4	0.11	5.7	10.8	2.7	540
	19.5.64		71	1.8	2.2	0.15	5.1	7.7	2.4	970
	17.8.64		53	2.0	0.8	0.08	3.7	7.2	0.5	50
	28.10.64	70	31	0.6	0.6	0.05	5.5	10.9	0.7	350
Vantaa, Vanhakaupunki	9.3.64	90	43	3.4	1.7	0.39	6.0	18.7	2.0	13200
	19.5.64		80	2.0	1.8	0.11	4.3	8.1	1.6	7100
	17.8.64		44	6.4	2.2	0.20	5.9	22.1	0.4	2220
	28.10.64		66	1.6	2.7	0.19	8.3	16.9	1.8	8500
Lohjanjärvi, luusua	10.3.64	70	48	1.4	0.8	0.03	6.2	7.2	0.4	60
	14.5.64	80	47	1.8	0.9	0.07	3.7	5.8	0.3	110
	13.8.64	40	42	0.3	0.5	0.02	4.0	6.1	1.9	
	26.10.64	45	37	1.8	0.6	0.05	4.1	5.9	0.2	210

Kokemukset Uudenmaan vesistöjen käytöstä vedenottopaikkoina eivät ole rohkaisevia laatuseikkojen vuoksi. Asutuksen lisääntyminen vesistöalueilla on johtanut käsiteltyyn veteen saakka ulottuvaan laadun huonontumiseen vesiensuojelutoimenpiteistä huolimatta. Uudenmaan paikallisia vesistöjä ei tästä syystä voi suunnitella käytettäväksi jatkuvasti yleisten vesilaitosten vedenottopaikkoina, vaan ne on varattava laadun suhteen vähemmän vaativien käyttömuotojen tarpeisiin.

5.3 Suunnittelualueen ulkopuoliset pintavedet

Suunnittelualueen ulkopuolisista vesistöistä on lähemmin tarkasteltu ainoastaan niitä, jotka sijaintinsa ja kokonsa puolesta voisivat tulla kysymykseen vedenottopaikkana koko arvioitavissa olevan ajan. Vähimmäisvaatimuksena on pidetty antoisuutta $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

Valinta vesistöjen kesken on tehtävä veden laadun ja vesiensuojelunäkökohtien mukaan antoisuuden ja käyttöönottokustannusten ohella. Vesistöistä, joiden laatu tällä kertaa on yhtä hyvä, on valittava se, jolla on paremmat edellytykset säilyä muuttumattomana.

Suunnilleen samalla etäisyydellä Helsingistä on kolme vesistönosaa, joista jokaisesta joko välittömästi tai säännöstelytoimenpitein voidaan ottaa vettä $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Nämä ovat Vanajavesi, Kuohijärvi ja Päijänne.

Vanajavesi on luonnostaan tyypiltään rehevä vesistö ja se on nykyisin siinä määrin likaantunutkin, ettei vedenottoa siitä voida ajatella, jos muita vaihtoehtoja yleensä on. Järven tilaan ja veden laatuun voidaan tuskin enää vaikuttaa vesiensuojelutoimenpitein. siinä määrin, että se tulisi vedenottoon sopivaksi. Veden määrä riittäisi, jos voimassaolevaa säännöstelyä hoidettaessa otettaisiin huomioon vedenotto Helsingin alueelle. Keskivirtaama Vanajaveden luusuassa on noin $63 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kuohijärvi on harvaan asutulla, karulla vedenjakaja-alueella, josta johtuen vesi on hyvää ja järvi likaantumaton. Alueen luonnetta kuvaavat hyvin asutuksen harvuus ($8 \text{ as}/\text{km}^2$) sekä viljellyn alan vähäisyys (6,5 %). Veden laatu voidaan turvata riittävän ankarin yleisin vesiensuojelumääräyksin. Säännöstelytoimenpitein ja yhdistämällä Kuohijärveen eräitä

toisia samanluontoisia järviä voidaan varmistaa vedenotto $9...10 \text{ m}^3/\text{s}$ lukuunottamatta erittäin harvoin esiintyviä kuivia kausia, jolloin lisävettä olisi otettava Längelmäveden reitin alemmista järvistä, ilmeisesti Pälkänevedestä. Kuohijärven käyttöönottoa vaikeuttavat eniten ne seuraukset, jotka vedenotosta mahdollisesti aiheutuisivat alempana vesistössä (Valkeakoski, Tampere) sikäläisen vedenkäytön kasvaessa. Kuohijärven vaihtoehtoon hydrologisia edellytyksiä on yksityiskohtaisemmin tarkasteltu liitteessä C.

Päijänteen eri osissa on veden laatu sangen erilainen. Pohjoispäässä on järvi paikoin pilaantunut käyttökeltomaksi vedenottotarkoituksiin ja kaikissakin osissa voidaan jo todeta jätevesien vaikutusta. Laatua koskevat havainnot ovat niin lyhyeltä ajanjaksolta, ettei vielä tiedetä, eteneekö laadun huonontuminen etelään päin. Järven eteläosan säilyttämiseksi kelvollisena vedenottotarkoituksiin tarvitaan suhteellisen kalliita toimenpiteitä jätevesien käsittelemiseksi sekä nykyistä tehokkaampaa vesiensuojelumääräysten noudattamisen valvontaa. Vedenotto $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ei aiheuta erityisiä säännöstelytoimenpiteitä. Keskivirtaama Päijänteen luusuassa on $213 \text{ m}^3/\text{s}$.

Helsingin kaupungin vesilaitos on seurannut Päijänteen tilaa vuodesta 1960 alkaen ja näistä tutkimuksista on jo laadittu alustavia yhteenve-toja. Nykyisessä tilassaan on Päijänteen eteläosa laadultaan sopiva vesilaitosten raakaveden ottoon.

Päijänne on Kuohijärveä edullisempi vaihtoehto mitä veden määrään tulee, koska Päijänteen käyttö vedenottopaikkana tekee mahdolliseksi nykyisiä ennusteita huomattavasti suuremmankin vedenkäytön. Mitä Päijänteen laatuun tulee, perustuu sen käyttömahdollisuus siihen, että Päijänteen laatu on säilytettävissä ja siihen tarvittavat vesiensuojelutoimenpiteet suoritettavissa. Kuohijärven vaihtoehto onkin otettu tutkittavaksi tämän alueen likaantumattomien vesien ja niiden helpomman suojattavuuden vuoksi. Vesistöalueen (1215 km^2) koko asukasmäärä on noin 10 000 eikä vettä käytävää teollisuutta ole ollenkaan. Päijänteen vesistöalueella Pulkilan harjun pohjoispuoleisella osalla (n. $26\,000 \text{ km}^2$) on asukasmäärä 310 000, joista noin 120 000 asuu Päijänteen suoranaisissa rantakunnissa. Päijänteen vesistöalueen tässä osassa toimivan puunjalostusteollisuuden vedenkäyttö on 210 milj. m^3/v (noin $7 \text{ m}^3/\text{s}$).

Kaikki seikat huomioonottaen on Päijänne sisämaan edullisin vedenotto-paikka Helsingin vesihuoltoalueen tarkoituksia varten ja vedenhankinta-suunnitelma perustuu Päijänteeseen hyväksikäyttöön.

Edelläesitetyistä syistä on Päijänteeseen tehokkaaseen suojaamiseen kiinnitettävä erityistä huomiota kiireellisin toimenpitein.

5.4 Merivesi

Viime vuosina on saavutettu merkittäviä tuloksia meriveden suolanpoistomenetelmien kehittämisessä. Helsingin kaupunki on asettanut neuvottelukunnan tutkimaan meriveden käyttömahdollisuuksia ja tämä neuvottelukunta on antanut asiasta selvityksen, josta selviää mm. seuraavaa:

- Suomenlahden merivesi voidaan puhdistaa täysin tyydyttäväksi vesijohtovedeksi. Puhdistus tapahtuisi tislamalla tai elektro-dialysoimalla.
- Nykyisten hintatietojen mukaan ei vesijohtoveden valmistaminen merivedestä voi taloudellisesti kilpailla pintavedestä tapahtuvan puhdistamisen kanssa, vaikka raakavesi jälkimmäisessä tapauksessa olisi tuotava Päijänteestä saakka.
- Meriveden suolanpoiston kustannukset ovat 71-43 p/m³ tuotannon laajuudesta riippuen.

Esitettyyn hintaan pääseminen edellyttää, että vesi käsitellään voimalaitoksen yhteyteen rakennetussa laitoksessa, johon lämpöenergia saadaan edullisesti voimalaitokselta.

Meriveden suolanpoistomenetelmissä ei ole odotettavissa sellaisia kustannuksia alentavia parannuksia, että makean veden käyttö tulisi merivettä epäedullisemmaksi Helsingin vesihuoltoalueella.

Tästä johtuen ei esitettävässä vedenhankintasuunnitelmassa ole otettu huomioon muuta kuin makean veden käyttömahdollisuus.

6. Vedentarve-ennusteet

Vedentarve-ennusteiden perustana on käytetty Suomen Kaupunkiliiton vedenkäyttötilastoihin perustuvaa veden ominaiskäytön kasvuennustetta - ominaiskäytöllä tarkoitetaan tässä vesilaitoksen jakaman veden keskimääräistä määrää laitoksen piirissä olevaa asutusta kohti - sekä seutukaavaliittonen laatimia väestöennusteita. Väestöennusteet perustuvat vuoden 1966 alkupuolella käytettävissä olleisiin tietoihin. Sen jälkeen on ennusteita jonkin verran tarkistettu suuntaan, joka osoittaa sekä hitaampaa kehitystä että alempia lopullisia väestömääriä. Muutos on väkilukujen osalta noin 10 % ja ennustetut vedentarpeen arvot lienevät siten myös liian korkeita erityisesti ennustekauden 1967 - 2000 loppupuolella. Koska väestöennusteen muutos on vain lisännyt vedentarve-ennusteen varmuutta, ei toistaiseksi ole pidetty aiheellisena tarkistaa jälkimmäistä.

Teollisuusveden osalta ovat ennusteet varsin likimääräisiä. Tarkkojen ennusteiden teko olisi edellyttänyt tarkempaa alueen teollisuuden ja talouselämän analysointia kuin tässä yhteydessä on ollut mahdollista suorittaa. Teollisuusveden hankkimista palvelevat järjestelyt voidaan toteuttaa vaiheittain ja sitä mukaan kuin tarvetta ja varmoja käyttäjiä ilmaantuu. Tästä johtuen teollisuusveden hankinnan osalta on katsottu riittävän ylimalkaisemman, lähinnä vain suuruusluokkaa esittävän arvion.

Vedentarvetta ja sen kehitystä on yksityiskohtaisemmin käsitelty liitteessä D.

7. Yhteenveto suunnitelman perusteista

Helsingin vesihuoltoalueella tulee vedenhankinta aikanaan muodostamaan teknillisesti katsoen yhden ainoan kokonaisuuden. Tässä vaiheessa näyttää paikallisten pinta- ja pohjavesivarojen hyväksikäyttöä varten muodostuvan kolme eri kuntaryhmää, nimittäin Helsingin ryhmä, johon kuuluu Helsingin kaupunki lähinaapureineen eli Espoo ja Helsingin mlk ja mahdollisesti myöhemmässä vaiheessa Kirkkonummi. Toinen on Tuusulan ryhmä, Tuusula, Kerava, Järvenpää ja osia Sipoosta, myöhemmässä vaiheessa mahdollisesti Porvookin. Kolmanteen, eli Hyvinkään ryhmään kuuluvat Hyvinkään ja Riihimäen kaupungit ja osia Nurmijärven kunnasta, lähinnä Rajamäen alue.

Kun näillä alueilla aluekohtaisesti tutkitaan käytettävissä olevia vesivaroja, joihin on luettu pintavedet ja luotettavalla tavalla tutkitut pohjavedet, ja näköpiirissä olevaa veden kulutusta, voidaan todeta, että Helsingin ja Tuusulan ryhmän alueilla nyt käytettävissä olevat vesivarat käyvät riittämättömiksi vuosien 1975 ja -80 välillä, Hyvinkään ryhmän alueella n. 10 vuotta myöhemmin. Tällöin Helsingin ryhmän vesivaroiksi on luettu Vantaa, Bodomjärvi, Espoon Pitkäjärvi sekä Hiidenvesi siinä laajuudessa, kuin Helsingin kaupunki on sen käyttö lupaa hakenut. Myöskin Helsingin maalaiskunnan pohjavedet kuuluvat tällöin vesivaroihin. Tuusulan ryhmän vesivarat ovat kaikki pohjavesiä, jotka ovat lähes yksinomaan Tuusulan kunnan alueella. Hyvinkään ryhmän vesivarat ovat pohjavesiesiintymiä, joita on Hyvinkäällä, Riihimäellä ja Rajamäellä.

Helsingin ryhmän pääasiallinen vedenottopaikka on nykyisin Vantaanjoki, jonka tila ei enää vastaa niitä normeja, mitä esim. kansainvälisesti suositellaan vesilaitoksen raakavedeksi.

Tuusulan ja Hyvinkään ryhmien käytettävissä olevat pohjavedet ovat likaantumattomia ja laadultaan ensiluokkaisia.

Helsingin vesihuoltoalueella on kokonaisvedenkäytön vuosikeskiarvo nykyisin hieman yli $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ja ennusteiden mukaan sen arvioidaan vuoteen 2000 mennessä nousevan määrään $13 \text{ m}^3/\text{s}$. Näin suuri kasvu ei perustu yksinomaan väkiluvun kasvuun, vaikka sekin on suuri, vaan siihen vaikuttaa myös ominaiskäytön kasvu. Se näyttää olevan jyrkässä kasvussa samoin kuin asukaslukukin.

Edellämainittuihin lukuihin sisältyy teollisuuden vedenkäyttöä ainoastaan siltä osin, kuin teollisuuslaitokset ovat liittyneet yleisiin vesijohtoverkkoihin. Vedenhankintansa omatoimisesti järjestävän teollisuuden vedenkäyttö Helsingin vesihuoltoalueella ja sen lähitienoilla, mukaanlukien Porvoonjoen vesistöalueen idässä ja Karjaanjoen vesistöalueen lännessä oli v. 1963 vuorokauden keskiarvona laskettuna $2 \text{ m}^3/\text{s}$ ja siitä lähtien on vedenkäyttö lisääntynyt määrällä $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Tähän ovat olleet syynä useat uudet teollisuuslaitokset. Lisäys merkitsee hieman yli 10 % kasvua vuodessa. Vaikka kehitys teollisuuden puolella

tulevaisuudessa ehkä ei aina olekaan näin nopea on vedenhankinnan yleissuunnitelmassa kuitenkin varauduttava siihen, että teollisuuden vedenkäyttö lähivuosisikymmeninä ainakin kolminkertaistuu. Nykyisin on teollisuuden vedenkäytön kasvu paikallisia vesivaroja käyttöönottamalla mahdollista enää Karjaanjoen vesistöalueella.

Mäntsälänjoen suulla oleva teollisuus tarvitsee aivan lähivuosina huomattavasti enemmän vettä kuin mitä Mäntsälänjoesta saadaan nykyisin. Vantaanjoki on nykyisin kokonaisuudessaan Helsingin ryhmän käytössä ja Siuntionjoki on jokseenkin kokonaan varattu Porkkalan alueen teollisuuden käyttöön.

Vedenhankinnan yleissuunnitelmaa laadittaessa on suunnitelmaan sisällytettävä myös selvityksiä, millä tavalla eri vesistöjen alivirtaamia teollisuuden tarkoituksia varten voidaan tarpeen mukaan lisätä.

Keskeisenä periaatteena suunnitelluissa järjestelyissä tulee olla, että kaikki Helsingin vesihuoltoalueen yleisten vesihuoltolaitosten tarvitsema vesi voidaan tuoda täysin suojattuna Päijänteestä asianomaisiin laitoksiin saakka. Tätä on pidettävä välttämättömänä veden laadun takia, koska riittävän tehokkaiden vesiensuojelutoimenpiteiden toteuttaminen erityisesti Uudellamaalla eli tiheimmin asutulla alueella on käytännössä erittäin vaikea. Toisaalta ankarat vesiensuojelumääräykset saattavat tarpeettomasti rajoittaa asutuksen ja elinkeinoelämän kehitystä Uudenmaan alueella, jolla muuten on hyvät kehityksen edellytykset.

Vettä käyttävän teollisuuden toimintamahdollisuuksien parantamiseksi on lisättävä Uudenmaan jokien alivirtaamia osaksi säännöstelytoimenpitein, osaksi johtamalla lisävettä sisämaan järviolueelta. Säännöstelyyn on mahdollisuuksia erityisesti Karjaanjoen vesistössä, jossa nykyinen säännöstelylupa ei ole tarkoituksenmukainen alivirtaamia ajatellen

Paikallisia vesiä voidaan käyttää teollisuudelle, koska sen laatuvaatimukset eivät ole yhtä korkeita, kuin mitä vesilaitokset oikeutustusti asettavat.

Alivirtaamien lisäyksellä parannetaan paikallisten vesistöjen käyttökel-
poisuutta myös muita yleisiä käyttömuotoja, kuten kasteluveden ottoa
ja vesistön virkistyskäyttöä varten. Alivirtaamien lisäys toteutetaan
rakentamalla pumppuamot eri vesistöjen välisille vedenjakajille siten,
että niiden avulla syntyy vedensiirtojärjestelmä Päijänteestä Uuden-
maan jokiin. Kun nämä avouomajärjestelyt Päijänteestä Vantaaseen mitoi-
tetaan riittävän runsaiksi saadaan tunnelin rinnalle varajärjestelmä,
jota väliaikaisesti voidaan käyttää vesilaitostenkin tarkoituksiin,
jos tunnelissa vastoin odotuksia sattuu käyttöhäiriöitä tai jos huolto-
toimenpiteet vaativat keskeyttämään veden jakelun tunnelin kautta.

Suunnitelman toteuttamisaikataulu riippuu kuntien päätöksistä, koska
kunnat viime kädessä ovat hankkeen takana. Kuitenkin asiaa arvostel-
taessa on pidettävä mielessä, että vesilaitosten käytössä Helsingin
ryhmässä oleva pintavesi on siinä määrin likaantunutta, että laadulli-
sesti moitteettoman veden jakelu kaikissa olosuhteissa on kiitettä-
vistä yrityksistä huolimatta osoittautunut mahdottomaksi. Pysyvä
korjaus veden laatuun saadaan vasta, kun vesilaitosten käyttämä raa-
kavesi kokonaan tulee muualta kuin paikallisista vesistöistä. Tämän
vuoksi on vedenoton siirtäminen Päijänteeseen kaikin tavoin kiireh-
dittävä jo ennen kuin se määräsyistä on välttämätöntä. Myös määrä-
syyt pakottavat tähän suhteellisen pian (n. 1975-78).

8. Teknilliset suunnitelmat ja toteuttamisaikataulu

Ilman yksityiskohtaisempaa kustannusten vertailua voidaan päätellä,
että ainoa kysymykseen tuleva teknillinen ratkaisu veden johtamiseksi,
on kallioon louhittu tunneli. Tunneli on yleensä putkijohtoa edulli-
sempi niin pian kuin veden tarve on suurempi kuin noin $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tunnelin suunta on valittu siten, että kokonaispituus tulee mahdol-
lisimman pieneksi, ja että tunneli mahdollisimman hyvin on nykyisten
ja odotettavissa olevien vedenkäyttäjien ulottuvilla. On myöskin
toivottavaa, että osia tunnelista voidaan ottaa käyttöön ennen kuin
laitos on koko pituudeltaan valmis. Näin menetellen saadaan rakennus-
työstä hyöty mahdollisimman nopeasti ja työaikaiset korkomenot jäävät
pienemmiksi.

Veden käytön painopiste Helsingissä ja sen lähikunnissa tulee olemaan suunnilleen Silvolan tekoaltaan tienoilla, mistä alueesta ilmeisesti tulee Helsingin kuntaryhmän vedenjakelun keskus. Suora yhteys Silvolasta Päijänteelle kulkisi suunnilleen reittiä Silvola - Jokela - Kärkölä - Asikkala ja suora etäisyys Silvolasta vedenottopaikkaan olisi noin 115 km.

Lyhimmän suunnan valintaa vastaan vaikuttavat useatkin syyt. Väestöennusteiden mukaan Hyvinkään - Riihimäen seudulla on odotettavissa nopea ja suhteellisen suuri väestön kasvu. Pääradan suunta Helsingistä Riihimäelle on ilmeisesti se akseli, jonka tienoilla myös ennusteiden mahdolliset ylitykset väestökehityksen ja teollistumisen osalta todennäköisimmin tapahtuvat. Tämän vuoksi on pidetty tarkoituksenmukaisena suunnata tunneli aluksi Hyvinkäälle päin ja vasta Hyvinkään korkeudella se kääntyy kohti Päijännettä.

Esitetyllä tavalla saadaan myös helposti yhteys Puujokeen, jonka käyttö väliaikaisena vedensiirtoreittinä tekee mahdolliseksi tunnelin käyttöönoton osa kerrallaan. Kolmas syy tunnelin taivuttamiseen länteen päin on, että suora yhteys Silvolasta Päijänteeseen kulkisi Vesijärven länsiosan alitse, mitä rakennusteknillisistä syistä ei voida pitää toivottavana.

Tunnelin päättäminen Silvolaan johtuu siitä, että se on jo suunnittelua aloitettaessa ollut selvä vedenkäyttöpaikka. Näyttää siltä, että se sopii hyvin paitsi Helsingin kaupungin, myös Helsingin maalaiskunnan liittymiskohdaksi. Espoon ja siitä länteen olevien kuntien liittymistapa ja -paikka selvinnee Espoon vesilaitoksen yleissuunnitelman laadinnan yhteydessä. Tässä vaiheessa ei Espoon osalta vielä ole tietoja käytettävissä.

Veden johtamiseksi Silvolasta Espoon suuntaan voidaan käyttää joko tunnelia tai putkijohtoja. Vaihtoehtojen keskinäinen edullisuusjärjestys riippuu sekä lopullisesti johdettavista vesimääristä että käytön kasvun nopeudesta.

Maastotutkimuksia kallioperäsuhteiltaan edullisimman tunnelinsuunnan löytämiseksi on suoritettu vuosina 1966-67. Työ on jaettu tie- ja vesirakennushallituksen ja Helsingin kaupungin kesken suhteessa 3:1 siten, että tie- ja vesirakennushallitus on tutkinut osuuden Silvolasta Koskelle ja Helsingin kaupungin vesilaitos sieltä Päijänteeseen. Tuloksia on selostettu liitteessä E. Karttaliitteissä 1 ja 5 on yksityiskohtaisemmin esitetty tutkimusten perusteella valittu tunnelilinja.

Lopullisen vedenottokohdan sijainnista riippuen tulee tunnelin kokonaispituudeksi Silvolasta Päijänteeseen noin 120 km. Vedenottopaikka on Asikkalanselkä Asikkalan kirkosta koilliseen.

8.1 Tunnelin mitoitus

Alustavissa vedenhintalaskelmissa on käytetty poikkipinta-alaa 10 m^2 . Pumppuamiskustannusten suuri osuus kokonaiskustannuksista ennusteaajan loppupuolella viittaa kuitenkin siihen, että tunnelin kokoa ehkä kannattaa hieman suurentaa taloudellisimman kokonaistuloksen saavuttamiseksi. Vedenhintalaskelmia on esitetty liitteessä H.

Tunnelin taloudellisimman poikkileikkausalan tarkempi määrittäminen on vaikea ja monivivahteinen tehtävä, koska siihen vaikuttavat monet tekijät kuten mm. johdettava vesimäärä, louhinnan kustannuskehitys, korkokanta, energian hintasuhteet sekä louhinnan ja kallioperän laatu.

Seuraavassa tarkastelussa on esimerkin luonteisesti tehty laskelmia eri vaikutustekijöitä muuttamalla, joskin laskelmat tällöin ovat hyvinkin teoreettisia.

Perusteet

Tunnelin rakennuskustannusten osalta on käytetty suunnitelmaluonnoksessa esitettyjä sekä muista lähteistä saatuja kustannustietoja. Näiden perusteella on päädytty seuraaviin keskimääräisiin kustannuksiin pää-tunnelin metriä kohti:

Tunnelin ala (m ²)		6	8	10	12	15	18	20
louhinta	(mk/m)	590	610	650	695	750	795	830
sivutunnelit ja vahv.	"	120	125	130	140	150	160	170
kok.kustannukset	"	710	735	780	835	900	955	1000

Kustannuksia arvioitaessa ei ole otettu huomioon louhintatekniikan ja -välineiden parantumisen aiheuttamaa mahdollista kustannusten halpenemista tai poikkeamista muusta kustannuskehityksestä. Hinnat vastaavat joulukuun 1966 tasoa.

Vesimääristä on tarkastelussa käytetty ennusteen keskimääräisiä sekä ylärajan mukaisia arvoja. Sen lisäksi on tehty laskelmia erikokoisilla tasaisena pysyvillä virtaamilla. Laskelmissa on huomioitu eri mahdollisuuksia tunnelin käytön osalta v. 2000 jälkeisenä aikana. Vuotta 2000 on pidetty mitoituksen pääteajankohtana, johon asti edes jossain määrin luotettavia ennusteita voidaan tehdä. Käyttö vuoden 2000 jälkeen on arvioitu joko tasaiseksi (ylärajan tai keskiarvon mukaan) tai oletettu käyttö kokonaan lopetettavaksi.

Korkokannan arvioiminen pitkiä aikoja eteenpäin on mahdotonta. Sen voidaan olettaa liikkuvan melko laajallakin alueella. Laskelmissa on käytetty 6-7,5 %:n korkokantaa. Suoritetun tarkastelun perusteella korkokannan pieneneminen 7,5:stä 6:een lisäisi tunnelialan suuruutta n. 10 %. Pieni korkokanta tekee edulliseksi suuren alkuinvestoinnin, kun taas korkea korkokanta pienentää kannattavinta alkuinvestointia (tunnelikokoa).

Energian hinta vaikuttaa myös huomattavassa määrin vertailuun. Energian hinnan nousu edellyttää tunnelikoon suurentamista. Laskelmissa on käytetty energian hintaa 0,05 mk/kWh. Mikäli energian hinta las-
kisi esimerkiksi 0,04 markkaan pienenesi tunneliala laskelmien mukaan laskentakaudesta riippuen 4...8 %.

Kalliopinnan ja varsinkin louhinnan laadusta ei voida tehdä kovin tarkkoja arvioita. Tarkastelussa on pidetty lähtökohtana tunnelitutkimusten tulosten lisäksi tri Prihan väitöskirjassa esitettyjä tietoja sekä arvioita. Väitöskirjassa esitetyt kotimaiset tunnelit

soveltuvat hyvin käytettäviksi vertailukohteina mm. kitkahäviötä arvioitaessa. Kitkahäviöt on laskettu em. väitöskirjassa esitetyn kaavan mukaan

$$\frac{h_f}{L} = 87,7 \frac{Q^2}{A_t^2 (A_t + 9)^{0,5}} \times \frac{\delta}{(200 + \delta)^2} \quad \text{jossa}$$

h_f = kitkahäviö (m)

L = tunnelin pituus (m)

Q = virtaama (m^3/s)

A_t = teoreettinen poikkileikkausala

δ = poikkileikkauspinta-alan suhteellinen vaihtelu verrattuna A_t (%)

Suhteellisen vaihtelun on esitetty pienillä tunneleilla vaihtelevan 30...60. Helsingin seudulla rakennettujen tunneleiden vastaavat arvot huomioiden on laskelmissa päädytty käyttämään δ :n keskimääräistä arvoa 45.

Tulokset

Edellä esitettyjen laskentaperusteiden sekä kustannusten lisäksi on käytetty seuraavia perusolettamuksia

korkokanta 7,5 %

kuoletusaika 50 v

hyötysuhde 0,80

staattinen korkeusero 48 m (vastaa vedenkorkeutta NN+30 tunnelin alapäässä)

Laskelmissa ei ole huomioitu pumppuamon erilaisuudesta tai kokonaan puuttumisesta aiheutuvia eroja, koska ne jäävät n. 1 % suuruisiksi.

Tuloksena saadaan tasaisella virtaamalla $8 \text{ m}^3/\text{s}$ edullisimmaksi tunnelikooksi 12 m^2 , virtaamalla $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 15 m^2 sekä virtaamalla $12 \text{ m}^3/\text{s}$ n. 17 m^2 .

Tarkempi vertailu voidaan suorittaa tutkimalla käyttö- ja pääomamenoista muodostuvia tunnelin kokonaiskustannuksia veden käytön kasvassa ennusteiden mukaisesti. Tällöin on oletettu tunnelia käytettävän vain vuoteen 2000, jonka jälkeen siirryttäisiin johonkin toiseen vedenhankintaratkaisuun.

Laskelmat on suoritettu ennusteen keskimääräisten sekä ylärajan mukaisilla määrillä käyttäen kuoletusaikaa (v. 2000 mennessä) lukuunottamatta edellä esitettyjä perusteita. Keskimääräisillä vesimäärillä on päädytty edullisimpaan tunnelikokoon n. 12 m^2 sekä ylärajan mukaan laskettaessa kokoon $13...14 \text{ m}^2$. Kokonaiskustannukset on laskettu nykyarvona vuonna 1975 7,5 %:n korkokannan mukaan.

Otaksumalla vuoden 2000 jälkeen vedensiirtotarpeen pysyvän tasaisena sillä tasolla, millä se v. 2000 on, vuoteen 2025 saakka päädytään keskimääräisillä vesimääräarvioilla ja 6...7,5 %:n korkokannalla $14...16 \text{ m}^2$:n sekä ylärajan mukaan $16...18 \text{ m}^2$:n tunnelikokoon.

Yhteenveto

Laskelmissa ei ole huomioitu tunneliin liittyvien laitteiden kustannuksia niiden suhteellisen pienuuden vuoksi. Lisäksi alkuaikana tarvittavan paineenalennuslaitoksen, joka myöhemmin voidaan muuttaa pumpuamoksi (sijoituspaikka mahdollisesti Hyvinkään seutu), voidaan katsoa itsensä kannattavaksi, mikäli sitä alkuaikoina käytetään energian kehittämiseen.

Edelläolevien laskelmien perusteella on edullisin tunnelikoko $14...15 \text{ m}^2$.

8.2 Tunnelin rakennuskustannukset

Toteuttamisvaiheittain (kohta 8.5) muodostuvat tunnelin kustannukset seuraaviksi (hintataso joulukuussa 1966):

I	Toteuttamisvaihe (vv. 1971 - 75)	
	Tunneli Hausjärvi - Silvola	54 000 000 mk
	Rakenteet	1 000 000 "
	Tunneli Vesijärvi - Puujoki	10 800 000 "
	Yhteensä	65 800 000 mk
	Rakennusaikainen korko, rakennus-	10 500 000 "
	kustannukset 7½ % (4 vuotta)	76 300 000 mk
	I toteuttamisvaihe	
II	Toteuttamisvaihe (vv. 1975 - 78)	
	Tunneli Hausjärvi - Puujoki	23 400 000 mk
	Tunneli Vesijärvi - Pääjärvi	19 800 000 "
	Rakenteet	1 000 000 "
	Yhteensä	44 200 000 mk
	Rakennusaikainen korko, rakennus-	5 200 000 "
	kustannukset 7½ % (3 vuotta)	49 400 000 mk
	II toteuttamisvaihe	
	I ja II vaihe yhteensä	125 700 000 mk

Vuoden 1968 hintatasoon tarkistettuna on kustannusarvio 140,0 milj.mrk (Rakentajan indeksi joulukuun 1966 170, helmikuun 1968 189, korko-indeksi vastaavasti 138 ja 154). Kustannuskysymyksiä on käsitelty lähemmin liitteessä H.

8.3 Varastoaltaat

Tunneli joudutaan mitoittamaan suhteellisen kaukaisen tulevaisuuden tavoitteita silmälläpitäen, mistä johtuen siinä on pitkäksi ajaksi eteenpäin riittävästi kapasiteettia keskimääräistä huomattavasti suurempiakin huippukäyttöjä silmälläpitäen. 1990 - luvulla on kuitenkin keskimääräinen käyttö niin suuri, että huippukäytöt todennäköisesti ylittävät tunnelin vedenjohtokyvyn. Tällaisia tilanteita var-
ten on varattava riittävästi varastotilaa lähelle vedenkäyttöalueita. Varastotila siellä on tarpeen myöskin poikkeustilanteissa, jolloin vedenotto joudutaan siirtämään tunnelista avouomajärjestelmään. Keskimääräistä suuremman käytön kestoa ja toistuvuutta sekä siitä joh-
tuvaa varastotilan tarvetta on käsitelty liitteessä D (s. D 18...21).

Helsingin kaupunki on Vantaasta otettavan veden laadun vaihtelujen tasoittamiseksi rakentanut Silvolaan tekoaltaan. Vedenoton siirtyessä Päijänteeseen, jossa veden laadun vaihtelut ovat pieniä ja hitaita, ei Silvolaan allasta enää tarvita tähän tarkoitukseen, ja sen tilavuus voidaan laskea lähes kokonaisuudessaan käytettäväksi tarvittaessa käyttöhuippujen tasoittamiseen. Silvolaan altaan tilavuus on noin 5 milj.m³.

Karttatutkimuksen perusteella on alustavasti tarkasteltu toisen altaan rakentamismahdollisuutta. Allas tulisi sijoitettavaksi välittömästi Helsingin lentoaseman länsipuolelle, missä maasto on verraten edullinen. Altaan alue on osaksi lentokentän melualueella, johon ei ainakaan asutusta voida sijoittaa. Yksityiskohtaisempia tietoja altaasta on esitetty karttaliitteessä. Niiden perusteella arvostellen on mahdollista rakentaa Brändån alueelle varastoallas, jonka tilavuus on noin 10 milj.m³, kustannuksin 4 500 000...6 500 000 mk.

Brändån allas tulee ajankohtaiseksi vasta 1990-luvulla, joten sille varattavaa aluetta voidaan toistaiseksi hyvin käyttää esim. teollisuus- tai varastoalueena, jos se ympäristön maankäytön kannalta on tarkoituksenmukaista. Tulee kuitenkin välttää kaikkia sellaisia maankäyttötapoja, jotka saattaisivat aiheuttaa maaperän saastumista.

Varastotilavuutta tulee Silvolaan ja Brändån altaisiin yhteensä noin 15 milj.m³. Vedenkäytön ollessa 12 m³/s riittäisi varastotila 25 %:n ylityksen tasoittamiseen 60 vrk:n ajaksi tai koko vedentarpeen tyydyttämiseen kahdeksi viikoksi. Vedenottoa varten Tuusulassa ja Hyvinkäällä saatetaan myöhemmässä vaiheessa tarvita tasausaltaita. Koska ne on tarkoituksenmukaisinta rakentaa vesilaitosten yhteyteen eikä laitosten sijainnista toistaiseksi ole mitään tietoa, ei näitä tasausaltaita ole esitetty suunnitelmassa.

8.4 Avouomajärjestelmä

Tunnelin rinnalle ja varalaitokseksi rakennettava avouomajärjestelmä toteutetaan vaiheittain siten, että se yhdessä tunnelin valmiina olevien rakennusvaiheiden kanssa kulloinkin muodostaa toimintakelpoisen

kokonaisuuden. Avouomajärjestelmän suunnitteluperusteita, maastotutkimuksia ja kustannuksia on selostettu liitteessä F.

Rakennuskustannukset ovat kohteittain eriteltyinä seuraavat (hintataso 1966 joulukuu):

Vääksyn pumppuamo	1 170 000 mk
Vesijärvi - Pääjärvi	5 000 000 "
Puujoki - Mäntsälänjoki	1 550 000 "
Puujoki - Vantaa	7 000 000 "
Yhteensä	14 720 000 mk



Vuoden 1968 hintatasoon tarkistettuna on kokonaiskustannusarvio 16,4 milj.mrk (Rakentajan indeksi joulukuu 1966 170, helmikuu 1968 189).

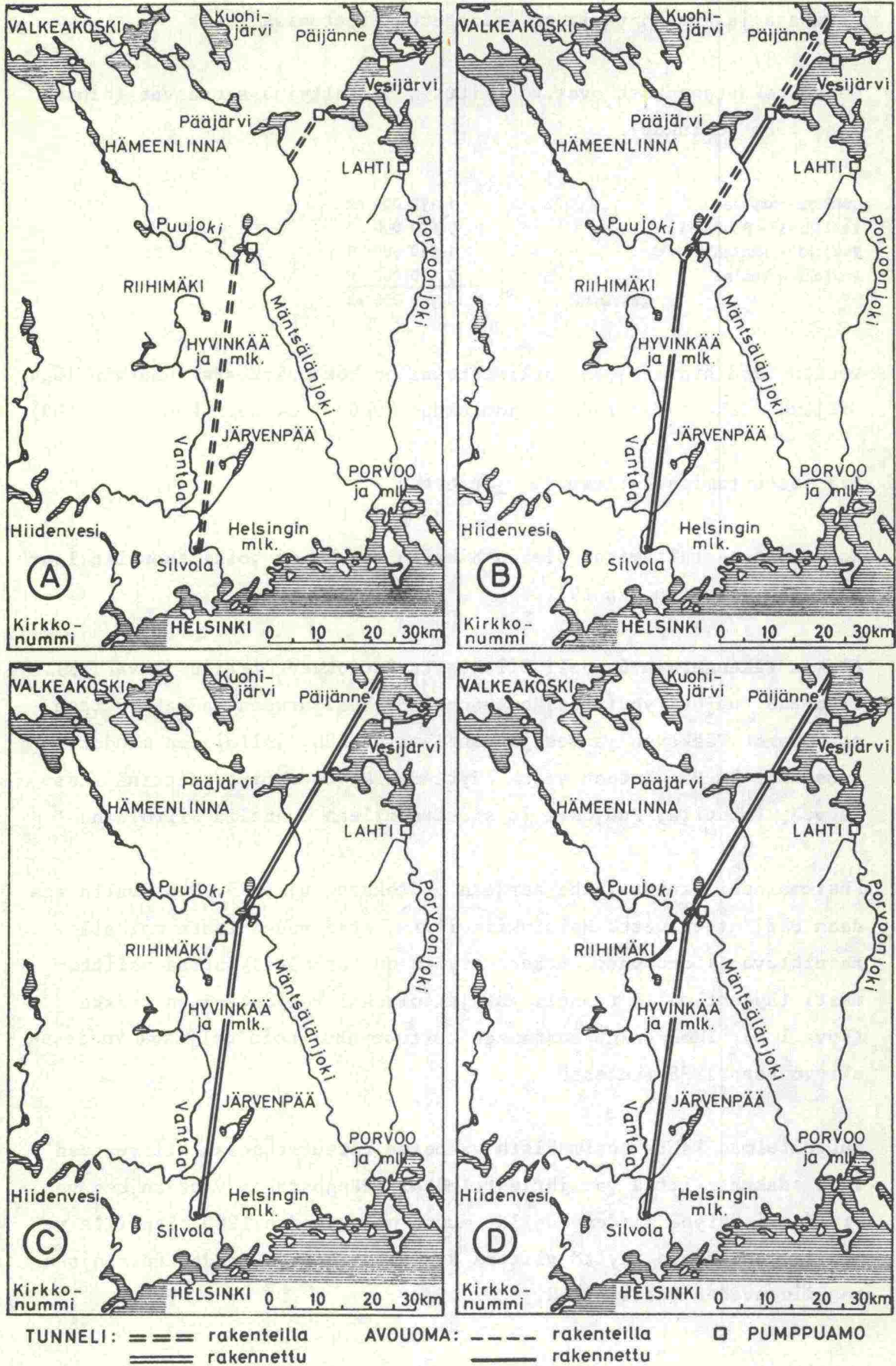
8.5 Toteuttamisaikataulu ja -järjestys

Nopeimman ajateltavissa olevan aikataulun mukaan voisi tunnelin louhintatyö alkaa vuonna 1971.

Aluksi rakennetaan tunneli Silvolasta Puujokeen Oittiin (Kuva 1 a). Ylempänä Puujoki yhdistetään tunnelilla Vesijärveen ja rakennetaan pumppuamot Vääksyyn ja Vesijärven länsipäähän, jolloin on mahdollisuus siirtää Päijänteen vettä käyttämällä vedensiirtoreittinä Vesijärveä, tunnelia, Puujokea ja siitä edelleen tunnelia Silvolaan.

Ensimmäinen rakennusvaihe saadaan päätökseen v. 1975. Sen avulla saadaan Päijänteen vettä Helsinkiin ilman, että veden laatu matkalla mainittavasti huononee. Rakennustyötä on tarkoitus jatkaa välittömästi täydentämällä tunneli yhtäjaksoiseksi Päijänteeseen saakka (Kuva 1 b). Tämä vaihe saataneen toteutetuksi noin neljässä vuodessa eli vuoteen 1978 mennessä.

Suunnitelman kahta ensimmäistä vaihetta toteutettaessa eli vuoteen 1978 saakka riittää varajärjestelmäksi säännöstelty Vantaanjoen vesistö lisättynä Hiidenvedellä, mutta noin vuoden 1980 tienoilla veden todennäköinen käyttö ylittää sen mitä voidaan saada Vantaanjoen ja Hiidenveden vesistöistä.



Kuva 1. Tunnelin toteuttamisvaiheet

Tässä vaiheessa on tunnelijärjestelmä varmistettava varajärjestelmällä (Liite F, kuva 1 c). Silloin tulee käytettäväksi uudelleen pumppuamo, joka on rakennettu Vesijärven länsipäähän. Tästä pumppuamosta rakennetaan avouoma joko Pääjärveen tai Pääjärven alapuolelle Puujokeen, ja lisäksi rakennetaan avouomayhteys pumppuamoiheen Puujoesta Vantaanjokeen Hausjärvellä, jolloin on käytettävissä toinen vedensiirtoreitti Päijänteestä Vesijärven, Puujoen ja Vantaanjoen kautta Helsingin alueelle.

Työn valmistuttua on käytettävissä kaksi toisistaan täysin riippumattonta järjestelmää (Kuva 1 d), joiden kummankin kapasiteetti riittää tyydyttämään vedentarpeen Helsingin alueella ja pohjoisempanakin Uudellamaalla. Avouomajärjestelmien avulla saadaan myöskin jo aikaisemmassa vaiheessa vettä Mäntsälänjokeen Puujoesta, heti kun yhteys Vesijärven ja Puujoen välille on rakennettu eli vuoden 1975 jälkeen. Nostokorkeus Puujoesta Mäntsälänjokeen on pieni ja pumppuamon rakennuskustannukset vähäiset. Tässä suunnitelmassa ei ole Porvoonjoen osalta laadittu teknillistä suunnitelmaa, koska maataloushallitus suunnittelee parhaillaan Porvoonjoen vesistön järjestelyä ja Porvoonjoen alivirtaamia voidaan riittävästi lisätä tulvasuojelutarkoituksia varten rakennettavan Luhtikylän altaan avulla (vrt. 5.2, s. 19).

Vantaanjoen alivirtaamia voidaan esitetyin järjestelyin lisätä halutulla tavalla teollisuutta ja yleisiä tarpeita silmälläpitäen. Vettä voidaan silloin johtaa myös Espoonjokeen, jos tarvetta ilmenee.

Suunnitelman toteuttamisaikataulua ja kustannuksia on yksityiskohtaisemmin tarkasteltu liitteessä H.

Tässä suunnitelmassa esitetyt järjestelyt muodostavat rungon, jota täydentämällä voidaan turvata jatkuva vedensaanti Uudenmaan koko sillä alueella, missä paikallisin vesivaroin ei aikaa myöten tulla toimeen. Runkojärjestelmästä saatavan veden laatu riippuu ainoastaan ottopaikkana käytettävästä Päijänteestä, mitään laadun huonontumista ei tule siirron aikana tapahtumaan.

Täydentävät järjestelyt, kuten veden johtaminen tunnelista etäämpänä oleville vedenkäyttäjille, riippuvat asutuksen ja teollisuuden kehityksestä koko vesihuoltoalueella. Täydennykset voidaan suunnitella ja toteuttaa sitä mukaa kuin tarvetta ilmenee.

9. Rahoitus ja veden hinta

9.1 Rahoitus

Suunnitelman toimeenpanon vaatima rahoitus on mahdollisimman suurelta osin järjestettävä joko ulkomaisen tai kotimaisen lainoituksen turvin. Ensisijaisena rahoitusmahdollisuutena tulisi selvittää ulkomaisten luottojen saantimahdollisuudet. Sellaisina voidaan ajatella mm. ulkomaista obligatiolainaa tai ns. maailmanpankin lainaa, jota on saatu mm. maamme päätieverkon rakentamiseen.

Seuraavana mahdollisuutena rakentamisen rahoittamiseen on turvautuminen kotimaisiin luottomarkkinoihin. Kysymykseen voisi tulla joko kotimainen obligatiolaina tai pitkäaikainen rahalaitosluotto. Kun otetaan huomioon nykyinen ja todennäköisesti ainakin lähivuosiin jatkuva pääoman niukkuus, on erittäin todennäköistä, että valtion ja kuntien on mahdollisuuksiensa rajoissa osallistuttava lainojen hankintaan. Työnjako kuntien ja valtion kesken tällöin voidaan tehdä tulevan veden käyttöjakautuman perusteella siten, että vedenhankinnan yleissuunnitelman laatimisesta aloitteen tehneet ns. Helsingin ryhmän kunnat, jotka suunnitelman toimeenpanon kiireellisyyttä arvosteltaessa ovat olleet etusijalla, vastaisivat v. 1990 odotettavissa olevan vedenkäyttönsä mukaisesta osuudesta lainoituksen hankinnassa.

Valtio ei missään vaiheessa ole suoranainen vedenkäyttäjä, mutta sen mukaantuloa hankkeeseen myöskin rahoittajana puoltavat useat näkökohdat.

Helsingin vesihuoltoalueen vedenhankinta on lajissaan poikkeuksellisen laaja hanke, jonka vaikutuspiirissä aikanaan on noin 1,5 milj. asukasta eli lähes kolmannes maan silloisesta väestöstä. Kun Helsingin alueen vedenhankinnassa noudatettavia periaatteita joudutaan so-

veltamaan myös Turun alueen vedenhankinnassa, mahdollisesti myös Tampereen alueella, on kaikkiaan kysymys valtakunnallisesti erittäin merkittävästä toiminnasta, johon myös valtion tulee osallistua.

Helsingin ja muiden edellämainittujen kaupunkiseutujen väestön kasvu perustuu suurelta osaltaan muilta alueilta siirtyvään väestöön. Kasvavilla alueilla suoritettavat, perusedellytyksiä luovat toimenpiteet, joista tässä on kysymys, tulevat siten hyödyttämään työn toteuttamisen aikana vielä muualla asuvia kansalaisia. Myös tällä perusteella arvoistellen on valtion mukanaolo sekä toiminnan ohjaajana että rahoittajana paikallaan.

Vedenhankintajärjestelyt voitaisiin kuntien kantokykyä kohtuuttomasti rasittamatta toteuttaa ilman valtion myötävaikutusta, jos työ olisi toteutettavissa vaiheittain. Vaikka työaikataulu ja järjestys onkin suunniteltu parasta mahdollista taloudellisuutta silmälläpitäen, joudutaan kaikki investoinnit teknillisistä syistä tekemään suhteellisen lyhyessä ajassa ja paljon ennen kuin veden siirtojärjestelmän koko kapasiteetti on tarpeen. Ilman valtion mukanaoloa saattaisivat rahoitusvaikeudet pakottaa toteuttamaan vaihtoehtoja, jotka olisivat lyhytikäisiä tai ratkaisuina epätydyttäviä.

Valtion ja kuntien osuudet on laskettava yleissuunnitelman ensisijaisesta vesilaitososasta ts. tunnelisuunnitelman vaatimasta rahoituksesta.

Niiltä osin kuin suunnitelmassa on jouduttu ottamaan huomioon sellaista tulevaa vedentarvetta, joka tekee mahdolliseksi myös muiden suunnitelmassa mainittujen vedenkäyttäjien liittymisen hankkeeseen sen myöhemmässä vaiheessa, rahoituksesta vastaisi valtio.

Valtion rahoitusosuudeksi jäisi näillä perusteilla 35 % varsinaisesta tunnelisuunnitelmasta sekä avouomajärjestelmä kokonaisuudessaan. Viimemainittu on verrattavissa 35 prosenttiin tunnelin kustannuksista sikäli, että se on katsottava edellytyksiä luovaksi järjestelmäksi, jolla turvataan koko alueen samoin kuin yleisten vesilaitosten veden saanti siinä järjestyksessä kuin tarvetta ilmaantuu, ja myöhemmässä

vaiheessa varmistetaan myös vesilaitosveden saanti tunnelin käyttöhai-riö- ja huoltotilanteissa.

On syytä korostaa periaatetta, että edellämainituilla osuuksilla tar-koitetaan vain rahoituksen järjestämistä. Luotavan vedenhankintajärjes-telmän ylläpidon ja käytön tulee perustua siihen, että järjestelmästä myydystä vedestä perityllä hinnalla voidaan peittää kaikki vedenhankin-nasta aiheutuneet kustannukset niistä minkään osan jäämättä enempää kun-tien kuin valtionkaan lopullisiksi menoiksi. Rahoitusjärjestelyyn osal-listuvat toimisivat siten puhtaasti luottolaitosten tavoin.

Kun otetaan huomioon, että alueella asuvat vedenkäyttäjät viime kädessä maksavat vedenhinnassa koko järjestelmän, tulisi liittymisen siihen olla mahdollista kaikille, suunnitelmassa huomioonotetuille, samoilla ehdoilla järjestelmän kapasiteetin rajoissa. Käytännössä tämä edellyt-tää mahdollisimman yksinkertaisia ja selkeitä liittymisperusteita sekä yhtäläistä vedenhintaa kaikille. Valtion ja kuntien on yksityiskohtai-sesti sovittava, millä tavalla otetaan huomioon kuntien erilainen si-jainti yhteisesti rakennettavaan tunneliin ja muihin vedensiirtojär-jestelmiin nähden.

Tasaisen vedenhinnan periaatteella, josta liitteessä H on laskuesi-merkki, voitaisiin eri ajankohtina tapahtuva järjestelmään liittyminen saada tasapuoliseksi. Veden hinnan määrittäminen tasaisten vuosikustan-nusten perusteella sen sijaan johtaisi alkuaikoina kohtuuttomaan veden hintaan, ja saattaisi myöhemmin mukaan liittyvät selvästi edullisem-paan asemaan.

Jotta suuren alueellisen vedenhankintajärjestelmän tarjoamat edut voi-taisiin saavuttaa kaventumattomina, tulisi laitoksen talouden ja orga-nisation yksityiskohtia suunniteltaessa pyrkiä asettamaan etusijalle järjestelmän yksinkertaisuuteen, käytön joustavuuteen ja hyödyn sekä rasitusten tasapuoliseen jakoon tähtäävät periaatteet.

Kuntien ja valtion taloudelliseksi osuudeksi hankkeessa jää rahoituk-sen järjestäminen. Koska niiden kannalta asiaa arvostellen kysymyksessä

on laina, josta saa sekä täyden koron että kuoletukset, ei rahoitusosuuksia määrättäessä tulisi tiukasti pitää kiinni veden käyttöjakautumasta joskus tulevaisuudessa vaan ottaa myös huomioon kuntien suhteellinen kantokyky hankkeen toteuttamisen aikoihin. Kysymyksessä on yleishyödyllinen hanke, joka palvelee alueen asukkaita ja talouselämää kunnanrajoihin katsomatta. Kaikki vedenhinnat ja muut esitetyt kannattavuuslaskelmat perustuvat käypään korkokantaan ja kuoletusaikoihin. Eräänä vaihtoehtona on, että kunta rahoittaa haluamansa määräosuuden tunnelin rakennuskustannuksista korottomalla pääomalla, jota hankkeen ei tarvitse kuolettaa, saaden siten pysyvän oikeuden vastaavaan osuuteen vedensiirtokapasiteetista. Tällöin korkokanta ja kuoletusaika ja -tapa ovat tältä osin täysin kunnan harkinnassa ja pääomamenoista vastaavat vain asianomaisen kunnan vedenkäyttäjät.

9.2 Veden hinta

Vedensiirtokustannusten vaikutusta vesi- m^3 :n yksikköhintaan on tarkasteltu kahden laskuesimerkin muodossa liitteessä H.

Kun vedensiirtojärjestelmän rakentamisesta ja käytöstä aiheutuvat vuotuiset kustannukset jaetaan samana vuonna siirrettyllä vesimäärällä, saadaan yksikkökustannus, joka esimerkissä käytettyjen laskuperusteiden mukaan vaihtelee vuosina 1975...2000 rajoissa noin 4...7 penniä/ m^3 .

Jo aikaisemmin mainitun tasaisen vedenhinnan mukaan lasketussa esimerkissä on yksikkökustannukseksi saatu em. aikana noin 5 penniä/ m^3 .

Perimällä veden myyntihinnasta vedensiirtokustannuksia koko ajan (1975...2000) sama 5 p/ m^3 voidaan siten peittää kaikki vedensiirrosta aiheutuneet menot.

Kuten laskuperusteista todetaan, on osa niistä sellaisia, joita voidaan harkinnan mukaan valita toisinkin. Kuoletusaikoja, korkokantaa kustannusten ja vedentarve-ennusteen lähtöarvoja muuttamalla niissä rajoissa, joiden voidaan poikkeustapauksissa otaksua tulevan kysymyksen, saadaan esille edellämainittujen tekijöiden vaikutus veden hintaan.

Esimerkkinä näistä mainittakoon, että jos laskelmissa 6 % korkokannan asemesta käytetään 7,5 % nousee veden yksikköhinta 1...2 penniä/m³. Perusteista riippuen vaihtelee veden hinta rajoissa 4...8 p/m³.

10. Organisationskysymykset

Vedenhankinnan organisation on rakennuttava sille periaatteelle, että vedenkäyttäjillä joko asuinkuntiansa kautta tai muulla vastaavalla tavalla on mahdollisimman täydellinen päätösvalta ja vastuu asioiden hoidosta ja että taloudellinen rasitus veden hinnan muodossa siirtyy kokonaisuudessaan käyttäjille suhteellisenä käytettyihin vesimääriin.

Erityisenä periaatteellisenä vaikeutena organisatiota luotaessa on, että osalla alueen kuntia ei vielä nyt ole tarvetta alueellisiin vedenhankintajärjestelyihin. Tämän vuoksi on organisation muodon oltava sellainen, että jokaisella kunnalla on mahdollisuus harkintansa mukaan liittyä yhteisiin järjestelyihin joko välittömästi tai myöhemmin tarpeen ilmaantuessa.

Hankkeen laajakantoisuuden vuoksi voidaan perustella valtion mukanaoloa ainakin suunnittelu- ja toteuttamisvaiheessa. Myöskin rahoituskysymykset tulevat niin laajoiksi ja vaikeiksi, että valtion mukanaolo on näistäkin syistä perusteltua.

Käytännöllisistä syistä on ilmeisesti tarkoituksenmukaisinta, että valtio hakee luvan vedenottoon ja toimii töiden rakennuttajana. Työn valmistuttua voidaan ajatella useammanlaisia käytännöllisiä järjestelyjä. Kysymykseen tulee ainakin neljä vaihtoehtoista mahdollisuutta:

1. Laitos luovutetaan työn valmistuttua y l i k u n n a l l i s e n v e s i l a i t o k s e n hoitoon. Tämä suurlaitos muodostetaan sulauttamalla yhteen vesihuoltoalueen kunnalliset vesilaitokset. Ylikunnallisen vesilaitoksen suurimpana etuna on organisation yksinkertaisuus, sillä silloin yksi ainoa organisatio hoitaa vedenhankinnan kaikki vaiheet, Päijänteestä kuluttajan hanaan saakka. Tällä tavoin päästään teknillisesti ja taloudellisesti tarkoituksenmukaisempaan ratkaisuun keskitetyn johdon ja suunnittelun avulla.

Juridisesti katsoen tulee ylikunnallisen vesilaitoksen olla kuntainliitto, jonka hallituksen jäsenet valitaan kuntien väkiluvun suhteessa kuitenkin niin, ettei millään yksittäisellä kunnalla ole ehdotonta määräysvaltaa, samoin on pienimpien kuntien intressit turvattava erityissäännöksin. Laitoksen toiminta-alue on alusta pitäen määriteltävä siihen laajuuteen, jota nyt tehtyjen ennusteiden mukaan voidaan pitää lopullisena.

Olemassaolevien vesilaitosten siirtyessä ylikunnallisen laitoksen hallintaan arvioidaan kunnallisten laitosten rakenteiden arvo, ja asianomainen kunta ja vesilaitos sopivat keskenään omaisuuden siirtotavasta. Todennäköisin käytäntö on, että laitoksen hinta aluksi jää vesilaitoksen velaksi kunnalle, mutta tavoitteena on pidettävä, että laitos aikaa myöten hankkii kaiken tarvitsemansa pääoman muualta. Ylikunnallisen laitoksen suuren valtakunnallisen merkityksen vuoksi voi valtio tarvittaessa toimia suurimpien lainojen takaajana.

Varjopuolena tällä vaihtoehdolla on, että vesilaitoksia on yleensä totuttu ajattelemaan kunnallisina. Eräiden kuntien kannalta pidetään todennäköisesti varjopuolena myös sitä, että vesilaitostensa puolesta kehittyneimmät kunnat saattavat tätä systeemiä sovellettaessa joutua tukemaan tässä suhteessa kehittymässä olevia kuntia. Tämä haitta voidaan torjua sopivin vesitariffijärjestelyin, veden hinnan ei alkuvuosina tarvitse olla sama kaikissa kunnissa.

Saatetaan myös pelätä sitä, että johtoverkon täydentäminen ei alueellisen vesilaitoksen hoidossa edisty paikallisten tarpeiden mukaisesti. Jos organisaatiossa ja talouden järjestämisessä sovelletaan edelläesitettyjä periaatteita, on kuitenkin aina olemassa se mahdollisuus, että kunta rakentaa täydennykset paikallisten tarpeiden mukaisesti ja johtolinjat sen jälkeen luovutetaan vesilaitoksen hallintaan.

2. Laitos luovutetaan työn valmistuttua k u n t a i n l i i t o l l e , joka huolehtii veden hankinnasta ja veden käsittelyä sekä jakelua varten säilytetään kunnalliset vesilaitokset. Tässä vaihtoehdossa on perustettava kuntainliitto samaan tapaan kuin vaihtoehdossa 1. Erityisjärjestelyin voi myös valtio olla kuntainliiton jäsen.

Kuntainliiton hallintaan tulee ainoastaan vesijohtotunneli rakenteineen, ja tunnelin määrätyistä kohdista toimitetaan vettä kunnallisiin laitoksiin näiden kanssa erikseen tehtävien sopimusten perusteella. Tämän lisäksi olisi kuntien ilmeisesti tehtävä keskenään sopimuksia käsitellyn veden toimittamiseksi joillakin kuntien raja-alueilla sekä riittävän jakeluvarmuuden saavuttamiseksi yleensäkin.

Vaihtoehto vie kaksinkertaiseen organisaatioon ja moniin erillisso-pimuksiin. Järjestelmä jättää myöskin mahdollisuuden käyttää raja-alueiden vesisopimuksia erilaisten kunnallispoliittisten tarkoitusten saavuttamiseen. Teknillis-taloudellisen optimin saavuttaminen ja vesivarojen tarkoituksenmukainen käyttö on tämän vaihtoehdon tarjoamin mahdollisuuksin erittäin vaikea.

3. Laitos luovutetaan työn valmistuttua o s a k e y h t i ö m u o - t o i s e l l e o r g a n i s a t i o l l e , joka huolehtii veden

hankinnasta. Veden jakelua varten säilyvät kunnalliset vesilaitokset. Tämän vaihtoehdon yleisrakenne-edut sekä haitat ovat samat kuin vaihtoehdon 2, ainoa etu mitä vaihtoehtoon 2 verrattuna saavutetaan on, että valtio voi olla osakeyhtiön osakkaana, jos sitä asioiden tarkemman seuraamisen tai ohjaamisen vuoksi pidetään tarpeellisena. Osakeyhtiön hallinnon hoitaminen on myöskin oleellisesti joustavampaa kuin varsinaisen kuntainliiton, jos tätä mahdollisuutta halutaan käyttää hyväksi osakeyhtiön sääntöjä laadittaessa.

Haittapuolena osakeyhtiöllä on, että se nykyisten lakien mukaan on sekä valtion että kunnan verotuksen alainen, joskaan tällä seikalla ei liene suurta käytännön merkitystä alkuvuosina.

4. Vedenhankintajärjestelmä jää v a l t i o n o m i s t u k - s e e n. Valtion ja kuntien yhteistyöelimeksi perustetaan pysyvä neuvottelukunta, jonka tehtävänä laitoksen käytön valvonnan ohella on määrätä veden hinta siten, että kuntien ja valtion yritykseen sijoittama pääoma korkoineen tulee maksetuksi takaisin rahoitusohjelman mukaisesti.

Järjestelyn etuna on valtion kiinteä mukanaolo, mikä on tarpeen laitosta myöhemmin muutettaessa tai täydennettäessä. On nimittäin ilmeistä, ettei kehitys kaikilta osin tapahdu laadittujen ennusteiden mukaisesti, vaan suunnitelmia ja laitosta joudutaan mukauttamaan ennakolta odottamattomaan kehitykseen ja olosuhteisiin. Haittana on kaksinkertainen organisatio, jolla tässäkin tapauksessa on samat varjopuolet kuin vaihtoehdolla 2.

Alueellisen vedenhankinnan organisoinnista ja valtion osuudesta siihen on esimerkkejä liitteessä I.

Suurin osa teollisuuslaitoksista liittyy normaaleina vedenkäyttäjinä yleiseen jakeluverkkoon. Laitokset, jotka tarvitsevat runsaasti tasalaatuista vettä, voivat ostaa sitä käsittelemättömänä suoraan tunnelista, jos laitoksen sijainti on sopiva. Organisation vaihtoehdoissa 2...4 tämä kuitenkin edellyttäisi asianomaisen kunnan vesilaitoksen toimimista välittäjänä. Hyvin runsaasti vettä käyttävät laitokset ottavat veden avouomajärjestelmän avulla parannetuista vesistöistä, mahdollisesti maksaen todelliset vedensiirron kustannukset, jos vedenotto ylittää luonnollisen alivirtaaman.

Teollisuuslaitosten liittäminen suoranaisine jäseninä vedenhankinnan organisaatioon on muodollisesti vaikeaa ja tuskin tarpeellista, koska teollisuuden toimintaedellytysten säilyttäminen ja luominen on jo kuntienkin edun mukaista.

	Sivu
Liite A. Pohjavesivarat	
1. Pohjaveden määrä	1
2. Pohjaveden laatu	10

Pohjavesiesiintymiä koskevat tiedot on kerätty vuosina 1964 ja 1965 alueen kunnilta ja laitoksilta sekä tutkimuksia suorittaneilta insinööri-toimistoilta. Lisäksi on aineistoa saatu maanviljelysinsinööripiireiltä ja geologiselta tutkimuslaitokselta.

1. Pohjaveden määrä

Pohjavesivaroihin on luettu ne esiintymät, joiden antoisuus on selvitetty verraten luotettavasti (esim. koepumppuamalla), ja joiden antoisuus on ollut vähintään $250 \text{ m}^3/\text{vrk}$. Antoisuudeltaan mainitun rajan ylittävillä esiintymillä voidaan katsoa tietyssä määrin olevan yleistä merkitystä. Niiden käyttöönotto edellyttää vesilain 9 luvun 7 §:ssä mainitun luvan hakemista. Täten vastaisuudessakin tutkittavat esiintymät tulevat lupahakemusten käsittelyssä yleisesti tiedoksi ja helposti inventoitaviksi.

Pohjavesiesiintymät on luetteloitu kunnittain kussakin Etelä-Suomen vedenhankinta-alueelle sattuvassa läänissä. Esiintymän on katsottu kuuluvan siihen kuntaan, minkä alueella se sijaitsee riippumatta vedenottopaikan omistus- tai hallintasuhteista.

Taulukossa 1 on esitetty käytössä olevat ja tutkitut pohjavesiesiintymät. Sarakkeessa 1 on esitetty antoisuuden vähimmäisarvo, joka on otaksuttu saatavan kaikissa olosuhteissa. Sarakkeessa 3 esitetty käytössä oleva osa antoisuudesta edustaa vuorokauden keskimääräistä kulutusta. Lisäviittauksella on selvitetty niiden esiintymien käyttöä, joista vettä johdetaan asianomaisen kunnan alueen ulkopuolelle.

Taulukosta 2 ja kuvasta 1 voidaan todeta, että suurimmat pohjavesivarat ovat Tuusulan, Helsingin mlk:n, Hyvinkään ja Riihimäen alueilla. Maaperäsuhteet näissä kunnissa ovat pohjavedensaannin kannalta verraten edulliset, ja tutkimuksia on tehty runsaasti.

Taulukko 1

Käytössä olevat ja tutkitut pohjavesiesiintymät

	Antoisuus		Käytössä	
	m ³ /vrk		m ³ /vrk	
	1	2	3	4
Uudenmaan lääni				
Helsinki				
Tattarisuo	1800		1000	
Santahamina	400	2200	-	1000
Hanko				
Silversand ja				
Ampumarata yht.	2000		1500	
Santala	3000		-	
Koverhar	1000	6000	200	1700
Hyvinkää ¹⁾				
Hyvinkäänkylä	5000		2400	
Sveitsi	4200		1700	
Erkylän lukot	2100		-	
Villayhtymä	1000	12300	1000	5100
Loviisa				
Kantakaupunki ja				
Valko yht.	1700	1700	1000	1000
Porvoo				
Kaupungin vo.	3300	3300	3100	3100
Tammisaari				
Björknäs	1200		1200	
Papinniitty	800		800	
Kassler	300	2300	200	2200
Espoo				
Vedenottamot yht.	1000		1000	
Tutkitut esiint. yht.	1000	2000	-	1000
Järvenpää ²⁾				
Halkia	1300		600	
Myllylä	1000	2300	-	600
Karjaa				
Kirkkojärven vo.	1200	1200	1200	1200
Karkkila				
Kauppalan vo.	1200	1200	700	700
Lohja				
Kaivola	1200		900	
Myllylampi	1000		1000	
Porla	600	2800	-	1900
Siirto		37300		19500

	1	2	3	4
Siirto		37300		19500
Bromarv				
Visko	300		100	
Dynam. tehdas	800	1100	250	350
Helsingin mlk				
Vithäck	2000		1800	
Kaivoksela	2000		400	
Seutula	500		200	
Fazerila	2100		700	
Vuosaari yht.	3600		400	
Vantaanpuisto	900		-	
Grönberg	600		-	
Jönsas	300		-	
Bisa	700	12700	-	3500
Karjaan mlk				
Meltolan parantola	800	800	400	400
Kirkkonummi				
Kirkonkylän vo.	250	250	200	200
Lohjan mlk.				
Aseman vo.	1000	1000	150	150
Mäntsälä				
Kirkonkylän es.	1000	1000	-	-
Nurmijärvi				
Kirkonkylän vo.	430		200	
Klaukkala	420		-	
Valko-oja	1000		-	
Rajamäki (Alko yht.)	5300		4300	
Kiljava (parant.)	250	7400	200	4700
Orimattila				
Kirkonkylän vo.	1000		100	
Villatehdas	2500	3500	1500	1600
Pohja				
Esiintymä	500	500	100	100
Porvoon mlk				
Esiintymä	2000	2000	-	-
Snappertuna				
Svedja 3)	900	900	-	-
Siirto		68450		30500

	1	2	3	4
Siirto		68450		30500
Tuusula ²⁾				
Lahela	1200			
Rusutjärvi	2000			
Jäniksenlinna	3000			
Fira	700			
Kellokoski	500			
Santakoski	1000			
Kellokosken sairaala	1000		650	
Keravan vo. ⁴⁾	2600		1600	
Kuninkaanlähte ⁵⁾	3000		-	
Amer-Tupakka	1100		150	
Myllylä ⁵⁾	1500	17600	-	2400
Vihti				
Kirkonkylän vo.	1000		200	
Nummelan vo.	800	1800	200	400
Uudenmaan lääni yhteensä		87850		33300
1) Jakelu myös Hyvinkään mlk:n puolelle 2) Alustavasti suunniteltu Järvenpään, Keravan ja Tuusulan vesivarojen yhteiskäyttöä 3) Tutkittu Karjaan kauppalaan toimesta 4) Johdetaan Keravan kauppalaan 5) Tutkittu Helsingin mlk:n toimesta				
Turun ja Porin lääni				
Turku				
Kaarninko	1700	1700	1700	1700
Salo				
Kärnän sora-alue	600		600	
Ylhäinen	700		700	
Kulmala	1300		1300	
Kurjenpahnan alue	900		-	
Kaukolan alue	1500	5000	-	2600
Loimaa				
Esiintymä -54	400		400	
Esiintymä -64	400	800	-	400
Aura				
Takalisto	700	700	-	-
Eura				
Lohiluoma	5000			
Esiintymä 2	1000	6000	-	-
Eurajoki				
Esiintymä 1	400			
Esiintymä 2	400	800	-	-
Siirto		15000		4700

	1	2	3	4
Siirto		15000		4700
Halikko				
Kirkonkylä	300		100	
Härän alue	300		-	
Mustamäki	300		100	
Märynummi	1400		100	
Vaskio	300	2600	-	300
Kaarina				
Tuorlan alue	500		500	
Rauvola	300	800	300	800
Kalanti				
Esiintymä	400	400	-	-
Kiukainen				
Vaanin kart. alue	800	800	-	-
Laitila				
Valkojärven es.	1200	1200	-	-
Lappi				
Kirkonkylä	700	700	-	-
Lieto				
Veijula	300		300	
Savijoen al.	800	1100	-	300
Mynämäki				
Pohjoinen es.	500			
Eteläinen es.	400	900	-	-
Nousiainen				
Nummi	600	600	-	-
Paimio				
Hiekkakuopan al.	1100	1100	-	-
Perniö				
Kirkonkylä	600		200	
Teijo	500	1100	-	200
Säkylä				
Varusk.vo:t yht.	1900	1900	500	500
Vampula				
Esiintymä	800	800	-	-
Turun ja Porin lääni yhteensä		29000		6800

	1	2	3	4
Hämeen lääni				
Riihimäki				
Herajoki	8600		2600	
Juppala	900		-	
Hirvenoja	1700		1000	
Hiivolan alue	1000	12200	-	3600
Forssa				
Kaupungin vo.	4300	4300	1100	1100
Hausjärvi				
Oitin vo.	400	400	50	50
Humppila				
Kunnan vo.	400	400	50	50
Jokioinen				
Vedenhankinta Oy:n vo.	600	600	600	600
Kärkölä				
Maitopulveriteht. vo.	2000	2000	750	750
Lappi				
Vesi ja Viem. Oy:n vo.	700	700	70	50
Somero				
Kuivamaito Oy:n vo.	2900	2900	1200	1200
Tammela				
Talovesi Oy:n vo.	250	250	200	200
Hämeen lääni yhteensä		23750		7600

Taulukossa 1 on esitetty yhteensä 115-120 pohjavesiesiintymää. Puolet esiintymistä on antoisuudeltaan alle 1000 m³/vrk., noin kolmasosa suuruusluokkaa 1000-2000 m³/vrk. ja vain n. 15 % esiintymien lukumäärästä on antoisuudeltaan yli 2000 m³/vrk. Antoisuuden keskiarvo koko alueella on n. 1200 m³/vrk. Suurin esiintymä, 8600 m³/vrk eli n. 100 l/s, on Riihimäen kaupungin käytössä oleva Herajoen pohjavesiesiintymä.

Taulukossa 2 on esitetty pohjavesivarat kunnittain yhdisteltyinä.

Kuvassa 1 on esitetty Etelä-Suomen vedenhankinta-alueen rajat ja yli 1000 asukkaan taajamat sekä taulukon 2 numeroarvoihin perustuvat pohjavesivarat.

Taulukko 2

Kuntien alueella todetut pohjavesivarat

	1	2
	Saatavissa	Käytössä
	m ³ /vrk	m ³ /vrk
Uudenmaan lääni		
Helsinki ^{x)}	2200	1000
Hanko	6000	1700
Hyvinkää	12300	5100
Loviisa	1700	1000
Porvoo	3300	3100
Tammisaari	2300	2200
Espoo ^{x)}	2000	1000
Järvenpää	2300	600
Karjaa	1200	1200
Karkkila	1200	700
Lohja	2800	1900
Bromarv	1100	350
Helsingin mlk	12700	3500
Karjaan mlk	800	400
Kirkkonummi	250	200
Lohjan mlk	1000	150
Mäntsälä	1000	-
Nurmijärvi	7400	4700
Orimattila	3500	1600
Pohja	500	100
Porvoon mlk	2000	-
Snappertuna	900	-
Tuusula	17600	2400
Vihti	1800	400
Uudenmaan lääni yhteensä	87850	33300
Turun ja Porin lääni		
Turku ^{x)}	1700	1700
Salo	5000	2600
Loimaa	800	400
Aura	700	-
Eura	6000	-
Eurajoki	800	-
Halikko	2600	300
Kaarina	800	800
Kalanti	400	-
Kiukainen	800	-
Laitila	1200	-
Loppi	700	-
Lieto	1100	300
Mynämäki	900	-
Nousiainen	600	-
Paimio	1100	-
Perniö	1100	200
Säkylä	1900	500
Vampula	800	-
Turun ja Porin lääni yhteensä	29000	6800

	1	2
Hämeen lääni		
Riihimäki	12200	3600
Forssa	4300	1100
Hausjärvi	400	50
Hummula	400	50
Jokioinen	600	600
Kärkölä	2000	750
Loppi	700	50
Somero	2900	1200
Tammela	250	200
Hämeen lääni yhteensä	23750	7600

x) Käytössä myös pintavettä

Taulukossa 3 on esitetty Etelä-Suomen vedenhankinta-alueella tutkitut pohjavesivarat. Turun ja Porin sekä Hämeen läänillä tarkoitetaan taulukossa vedenhankinta-alueeseen luettua osaa läänistä.

Taulukko 3

Etelä-Suomen pohjavesivarat

	Saatavissa		Käytössä	
	m ³ /vrk.	m ³ /s	m ³ /vrk.	m ³ /s
Uudenmaan lääni	87850	1.02	33300	0.38
Turun ja Porin lääni	29000	0.34	6800	0.08
Hämeen lääni	23750	0.27	7600	0.09
Yhteensä	140600	1.63	47700	0.55

Taulukosta 3 voidaan todeta, että Etelä-Suomen alueella on tutkittuja pohjavesivaroja yhteensä n. 141 000 m³/vrk. eli 1.63 m³/s. Tästä määrästä on käytössä 0.55 m³/s eli kolmasosa.

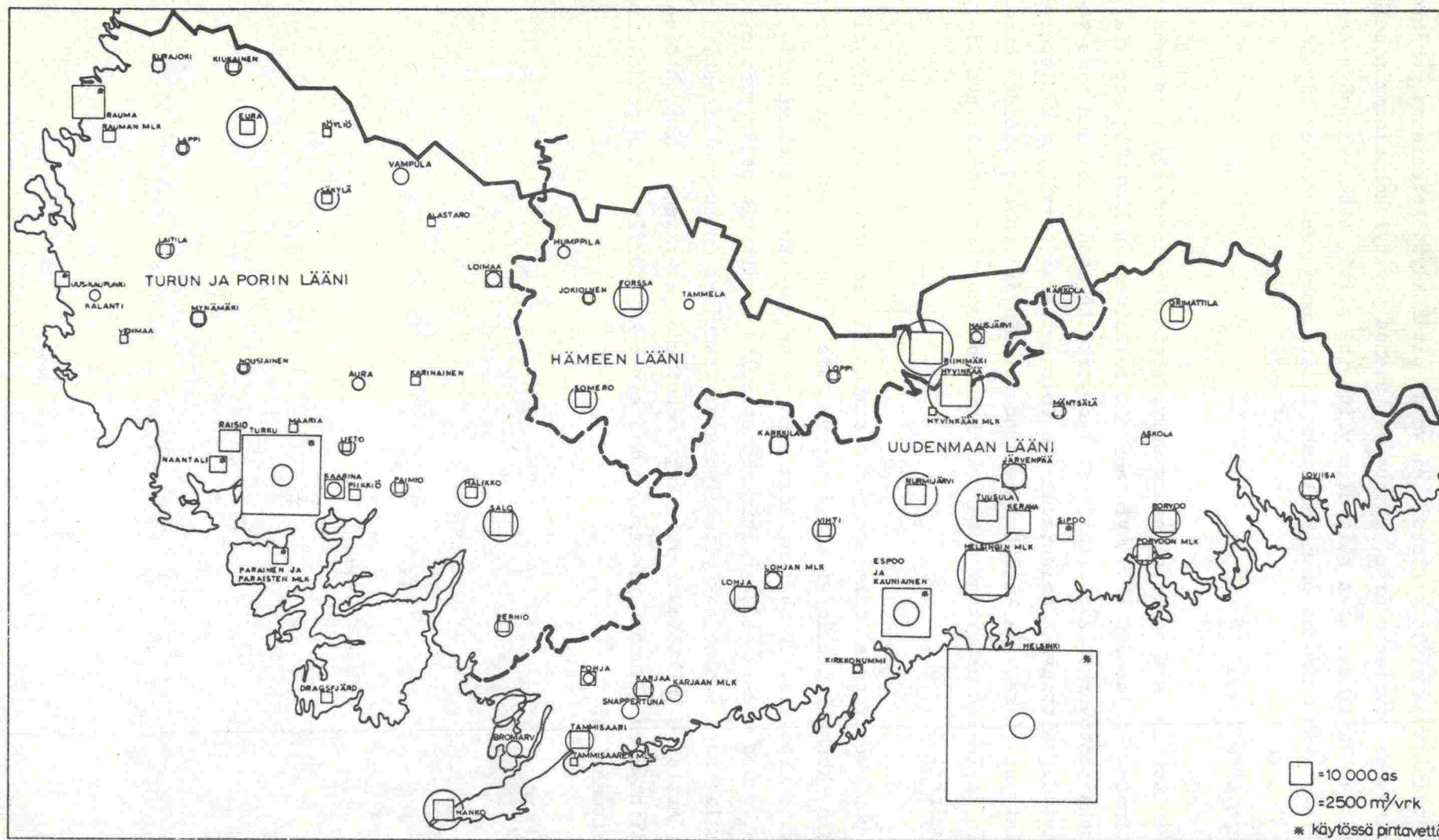
Geologinen tutkimuslaitos on suorittanut lähteiden ylivuotomittauksia eräissä osissa vedenhankinta-alueella. Tuloksia on laitos esittänyt karttalehdillä 1:100 000 Lohja (2041), Riihimäki (2044), Hämeenlinna (2131) ja Lapinjärvi (3022). Mitattujen lähteiden ylivuotojen yhteismääräksi on saatu n. 250 l/s. Määrässä on otettu huomioon tällöin ne esiintymät, joiden ylivuoto on ollut vähintään 3 l/s (n. 250 m³/vrk.). Lähteiden vesimäärät ovat vaihdelleet välillä 3-15 l/s. Yhteiseltä vesimäärältään eniten (130 l/s) on lähdemittauksia suoritettu Hausjärven kunnan alueella.

Edellä mainittuja mittaustuloksia ei voida pitää käyttökelpoisina pohjavesivaroina esiintymien määrää, laatua tai asemaa yksityiskohtaisemmin selvittämättä. Tutkimus antaa kuitenkin viitteitä siitä, että eräissä vedenhankinta-alueen kunnissa on mahdollista lisätä pohjavesivarojen käyttöä.

2. Pohjaveden laatu

Pohjavesitutkimuksia suoritettaessa selvitetään määrän ohella aina myös veden laatu. Pohjavedet eivät yleensä ole sellaisenaan käyttöön sopivia, vaan sekä johtoverkon suojelemiseksi syöpymiseltä että toisinaan myös veden käyttöä haittaavien ominaisuuksien poistamiseksi tarvitaan käsittelyä. Vesianalyysistä selviää käsittelyn tarpeellisuus ja luonne; eräiden analyysiin kuuluvien määritysten tarkoituksena on osoittaa mahdollinen liikaantuminen.

Tähän pohjavesivaroja koskevaan yhdistelmään ei ole otettu vesianalyysin tuloksia, koska laadulla ei tässä tapauksessa ole merkitystä, mikäli vesi on käyttökelpoista. Tässä suhteessa asia on arvosteltu jo tutkimusvaiheessa, joten edellä esitettyihin yhdistelmiin sisältyvät esiintymät ovat kaikki laatunsa puolesta käyttökelpoisia. Laaduissa on luonnollisesti eroja, mutta ne vaikuttavat vain käyttöönottojärjestykseen vaihtoehtoitte esiintymien ollessa kyseessä, mutta eivät käyttökelpoisten pohjavesien kokonaismäärään.



A/Kuva 1. Etelä-Suomen vedenhankintasuunnittelualueen rajat ja yli 1000 asukkaan (v.1960) taajamat sekä tutkitut pohjavesivarat

	sivu
1. Yleistä	2
2. Mäntsälänjoki	4
2.1 Vesistön hydrologian yleispiirteet	4
2.2 Vesistön käyttömuodoista	4
2.3 Vedentarve tulevaisuudessa	5
2.4 Alivirtaamien lisääminen säännöstelemällä ja vedensiirrolla	6
2.5 Säännöstelyn ja vedensiirron kustannukset	9
3. Vantaanjoki	13
3.1 Vesistön hydrologian yleispiirteet	13
3.2 Vesistön käyttömuodoista	14
3.3 Vedentarve tulevaisuudessa	16
3.4 Alivirtaamien lisääminen säännöstelemällä ja vedensiirrolla	16
3.5 Vedensiirron kustannukset	18
4. Siuntionjoki	19
4.1 Vesistön hydrologian yleispiirteet	19
4.2 Vesistön käyttömuodoista	20
4.3 Vedentarve tulevaisuudessa	21
4.4 Alivirtaamien lisääminen säännöstelemällä ja vedensiirrolla	22
4.5 Säännöstelyn ja vedensiirron kustannukset	24
5. Karjaanjoki	26
5.1 Vesistön hydrologian yleispiirteet	26
5.2 Vesistön käyttömuodoista	27
5.3 Vedentarve tulevaisuudessa	29
5.4 Alivirtaamien lisääminen säännöstelemällä	31
5.5 Säännöstelyn kustannukset	34
6. Yhdistelmä eri vaihtoehtojen kustannuksista	34

1. Yleistä

Vesistöön tulevan veden määrä riippuu sadannan ja haihdunnan erotuksesta. Maassamme sataa vuosittain keskimäärin 400 - 700 mm. Suurin vuosisadanta on etelärannikolla ja pienin Lapin pohjoisosissa. Koska haihdunta on vastaavasti suurin maan eteläosissa pienentyen pohjoiseen mentäessä, on sadannan ja haihdunnan erotus kautta maan likimain yhtä suuri. Uudellamaalla on sadanta vuosina 1931 - 60 ollut keskimäärin 600 - 650 mm. Tästä määrästä on vesistöjen kautta purkautunut vajaa puolet eli noin 300 mm.

Vesistöjen purkautumissuhteisiin vaikuttavat ilmastollisten tekijöiden ohella voimakkaimmin vesistöalueen ala ja sen järvisyys. Järvettömän vesistön virtaamaerot eri vuodenaikoina ovat suuria. Järvisyyden kasvaessa purkautuminen tasoittuu. Maamme päävesistöissä, jotka vesistöalueeltaan ovat suuruusluokkaa 30 000 - 60 000 km² ja järvisyydeltään 10 - 20 % (Vuoksi, Kymi, Kokemäenjoki), on keskiylivirtaaman ja keskialivirtaaman suhde suunnilleen viisi.

Suomenlahteen laskevat Uudenmaan joet ovat vesistöalueiltaan suuruusluokkaa 500 - 2000 km² ja järvisyys on Karjaanjoen vesistöä lukuunottamatta kertalukua 2 - 5 %. Tästä johtuu, että Uudenmaan vesistöjen virtaamat vaihtelevat vuosittain keskimäärin satakertaisina, äärimmäisten vaihteluiden liikkuesssa suuruusluokissa 500 - 1000.

Taulukosta 1 käyvät ilmi virtaamien keski- ja ääriarvot Uudenmaan vesistöissä. Taulukkoon kuuluisi vielä Espoonlahteen kolmena jokena laskevan järviolueen vesistöt, joiden yhteenlaskettu ala on noin 330 km³ ja joilla sijaintinsa puolesta on merkitystä Uudenmaan lounaisrannikolle muodostuvan asutuksen vesihuollolle. Näistä vesistöistä ei kuitenkaan ole käytävissä luotettavia hydrologisia tietoja.

Taulukko 1

Uudenmaan vesistöjen virtaamien keski- ja ääriarvoja

Vesistö	Ala km ²	Järvi- %	Virtaama m ³ /s					Havainto- kausi
			HQ	MHQ	MQ	MNQ	NQ	
Koskenkylänjoki								
- Pyhäjärven luusua	455	6,1	55	24	4,5	0,7	0,2	1954-1964
- Lasku Suomenlahteen	890	4,7						
Porvoonjoki								
- Henttala	1128	1,5	140	89	10	1,3	0,3	1937-1950 ja 1962-1963
Mäntsälänjoki								
- Ridanfors	780	2,5	117	78	7,5	0,2	0,1	1932-1960
- Lasku Suomenlahteen	785	2,5						
Vantaanjoki								
- Oulunkylä	1680	2,5	234	144	15,1	1,3	0,5	1931-1960
- Lasku Suomenlahteen	1685	2,5						
Siuntionjoki								
- Björnträskin luusua	220	9,0	20	12,5	2,7	0,4	0,2	1959-1964
- Lasku Suomenlahteen	465	4,9	50	32	4,9	0,7	0,2	
Karjaanjoki								
- Peltokoski	1925	12,5	91	43	17,8	4,9	-	1931-1960
- Lasku Suomenlahteen	2010	12,1						

Kun tarkastellaan Uudenmaan vesistöjä niihin liittyneiden intressien valossa voidaan todeta, että aikaisemmin olivat etualalla voimansaanti, puutavaran uitto ja maankuivatusnäkökohdat. Viimeksimainitun johdosta vesistöihin kohdistuneet toimenpiteet ovat olleet leimaa-antavana järvenlaskujen muodossa. Järvenlaskujen aiheuttama vesivarastojen pieneneminen tai häviäminen on lisännyt virtaamavaihteluita.

Nykyisin voidaan Uudellamaalla katsoa intressijärjestyksen olevan muuttumassa. Vähäinen vesivoima voidaan korvata muilla energialähteillä. Puutavaran uitto on vaihtunut muihin kuljetusmuotoihin ja maataloudellisten vesistöjärjestelyjen kannattavuus on vesistön muiden käyttömuotojen lisääntyessä heikentynyt. Etualalle ovat astumassa vesistöjen virkistyskäyttö, veden nesteenä käyttö sekä sen seurauksena jäteveden vesistöihin johtaminen, joka puolestaan vaatii kiinnittämään huomiota vesiensuojeluun osana luonnon- ja maisemansuojelusta. Nämä käyttömuodot edellyttävät virtaamasuhteiden tasaamista alivirtaamia lisäämällä.

Muuttuvien olosuhteiden takia joudutaan vesistöjen käyttökelpoisuutta arvostelemaan toisaalta luonnontilaisten, toisaalta erilaisten toimenpiteiden avulla saatavien alivirtaamien perusteella. Esimerkiksi Vantaanjoen luonnontilainen alivirtaama $NQ = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ on vesistöalueen järviä säännöstelemällä lisätty siten, että tarvittaessa vesistöstä saadaan aina runsaat $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Vastaavasti Karjaanjoen vesistössä voimassa olevan säännöstelyn avulla saadaan vesistöstä jatkuvasti noin $4 \text{ m}^3/\text{s}$. Muissa Uudenmaan vesistöissä alivirtaamien lisääminen edellämainittuihin kertaluokkiin on varastotilojen (järvet, tekoaltaat) vähäisyyden takia ratkaistava vedensiirroilla suuremmista vesistöistä.

Aikaisemmin vesistöihin kohdistuneet toimenpiteet koskivat yksinomaan veden määrää. Muuttuneet olosuhteet ovat johtaneet siihen, ettei vesistöihin kohdistuvia toimenpiteitä voida enää tarkastella pelkästään vesimääräkysymyksinä, vaan niihin liittyvät erottamattomasti myös laatu- ja ekologiset kysymykset. Vesistöjen alivirtaamien lisäämiseen tähtäävät toimenpiteet ovat myös veden laadun säilyttämistä ja parantamista tarkoittavia, koska veden laatu yleensä huonontuu virtaaman pienentyessä.

2. Mäntsälänjoki

2.1 Vesistön hydrologian yleispiirteet

Mäntsälänjoen vesistö erottaa etelä-pohjoissuuntaisena kapeana kiilana Porvoonjoen ja Vantaanjoen vesistöt toisistaan. Vesistön koko pituus tässä suunnassa on n. 55 km rajoittuen pohjoisessa Kokemäenjoen vesistöön. Mäntsälänjoen valuma-alue on n. 780 km^2 , josta järviä vain n. 2,5 %. Pienestä järviprosentista johtuen ovat virtaamien vaihtelut suhteellisen suuria ja nopeita. Mäntsälänjoki on tästä syystä epäedullinen vedenhankintaa silmälläpitäen. Taulukosta 1 sekä kuvista 1...3 selviävät tärkeimmät Mäntsälänjoen hydrologiaa kuvaavat arvot.

2.2 Vesistön käyttömuodoista

Mäntsälänjoki on epäedullinen voimataloudellista rakentamista ajatellen. Joen koskista on tosin suurin osa rakennettu, mutta voimalat ovat niin pieniä, ettei niiden tuottamalla energiamäärällä ole mainittavaa merkitystä voimataloudessa.

Mäntsälänjoen vesistöalue on pääasiassa suhteellisen harvaan asuttua maanviljelysseutua, jonka keskimääräinen asukastiheys oli v. 1960 n. 20 as./km². Arvioitaessa väestönkehitystä joen vesistöalueella Valta-kunnansuunnittelutoimiston julkaisemien ennusteiden mukaan saadaan asukastiheydeksi v. 1990 n. 15 as./km². Mäntsälän kirkonkylä on alueen huomattavin asutustaajama. Sen asukasluku oli v. 1965 n. 1700. Taajamassa toimivan vesihuoltoyhtymän vedenmyynti oli samana vuonna keskimäärin vain n. 60 m³/vrk.

Lähellä Mäntsälänjoen suuta merenrannikolla on kaksi huomattavaa teollisuuslaitosta nimittäin Oy Tampella Ab:n Tolkkisten selluloosatehdas sekä Neste Oy:n Porvoon öljynjalostamo, jotka kumpikin käyttävät osaksi Mäntsälänjokea vedenhankintaansa.

Kyseiset teollisuuslaitokset tyydyttävät pääosan vedentarpeestaan merivedellä. Esimerkiksi selluloosatehdas käytti v. 1965 merivettä n. 500 l/s, mutta makeaa vettä vain n. 25 l/s. Neste Oy:n jalostamon vedenkäyttö oli samana vuonna n. 5 000 m³/vrk (60 l/s) makeaa vettä. Teollisuuslaitosten jätevedet johdetaan suoraan mereen. Mäntsälänjokeen purkautuvat jätevesimäärät ovat vähäisiä ja näin ollen joen kuormitus tässä suhteessa on pieni.

Mäntsälänjoelle lisävesineen on annettu lauttaussääntö, mikä on vahvistettu 13.12.1923. Uittajana toiminut Porvoon uittoyhdistys ei kuitenkaan enää viime vuosina ole harjoittanut uittoa ja uittoyhdistyksen hallitus on jopa tehnyt anomuksen yhdistyksen lakkauttamiseksi. Mikäli uittoa tullaan harjoittamaan vastaisuudessa, tulee se olemaan pääasiassa yksityisten metsänomistajien toimesta suoritettua oman puutavaran uittoa, minkä merkitys jäänee kuitenkin vähäiseksi.

Mäntsälänjoella, lähinnä sen järvillä, on jossain määrin merkitystä virkistyskäytössä. Ilmeistä on myöskin, että elintason noustessa, tulee huvila-asutus jatkuvasti lisääntymään ja virkistyskäytön merkitys kasvamaan.

2.3 Vedentarve tulevaisuudessa

Vedenkäyttö vesistöistä on nykyisin suhteellisen vähäistä. Porvoon kaupungin vedenhankinnan eräänä vaihtoehtona tulevaisuudessa voi tulla kysymyk-

seen myös Mäntsälänjoki, jos joen veden laatu säilyy tähän tarkoitukseen sopivana. Porvoon kaupungin vedenkäyttö on vuoden 2000 tienoilla 400... 650 l/s.

Nykyisellä teollisuudella on jo nyt olemassa laajennussuunnitelmia, joiden mukaan vedentarve nousee lähimmän 10 vuoden kuluessa määrään 450 l/s. On kuitenkin huomattava, että teollisuuden vedenkäyttö lisääntyisi nopeammin, mikäli vettä olisi käytettävissä. Mäntsälänjoen vesistöalue on suurelta osaltaan voimaperäisesti viljeltyä maatalousaluetta (peltoa ~30%), jossa kastelulla saattaa olla merkitystä tulevaisuudessa. Jos koko peltoalasta (~230 ha) on kasteltua 5 % ja kastelun määrä on 100 mm, joka jakaantuu tasan kesän 30 kuivimman vuorokauden kesken, on kasteluveden tarve 460 l/s, joka esiintyy vesistön luonnollisten virtaamien ollessa pienimmillään.

Mäntsälänjoen alivirtaamaksi on edelläesitetystä syistä pyrittävä takamaan 2,5 m³/s (2500 l/s), jotta veden riittävyys osalta voitaisiin turvata suotuisan kehityksen jatkuminen kaikilla aloilla. Kastelua lukuunottamatta on vedentarve keskittynyt aivan joen suuhun.

2.4 Alivirtaamien lisääminen säännöstelemällä ja vedensiirrolla

2.41 Säännöstely

Mäntsälänjoessa on luonnonmukainen säännöstelyaste erittäin alhainen, koska järvet ovat pieniä ja ne sijaitsevat joen tai sen haarojen latvoilla. Näin ollen on selvää, että vesistön alivirtaamien nostaminen vaatii melko suuren säännöstelytilavuuden kuten taulukosta 2 ja kuvasta 4 ilmenee.

Taulukko 2

Tietyn alivirtaaman takaamiseen tarvittava allastilavuus, kun allas on jokisuulla

Alivirtaama m ³ /s	Allastilavuus m ³
0.5	2 870 000
1.0	9 485 000
1.5	20 139 000
2.0	33 293 000
3.0	59 666 000

Mäntsälänjoen vesistöalueen järvet soveltuvat huonosti säännöstelyaltaiksi. Järvien rannat ovat yleensä loivia sekä suurelta osaltaan voimaperäisesti viljeltyjä peltoalueita. Lisäksi järvien rannoilla on huvila-asutusta. Koska järvet ovat myös pieniä, suurimmankin järven, Kilpijärven, pinta-ala on vain $2,7 \text{ km}^2$, jouduttaisiin niihin riittävän säännöstelytilavuuden saavuttamiseksi järjestämään kohtuuttoman suuria vedenkorkeusvaihteluita.

Porvoonjoen vesistöön kuuluva Isojärvi olisi käyttökelpoisempi säännöstelyaltaaksi. Pinta-alaltaan 3 km^3 :n suuruinen järvi on suurimmaksi osaksi jyrkkärantainen ja asumaton. Ainoastaan länsirannalle on syntynyt josain määrin huvila-asutusta. Allastilavuutta Isojärveen saataisiin $2,35$ metrin vedenkorkeusvaihtelua käyttäen noin 7 milj. m^3 , mikä lisättynä jo nyt Mäntsälänjokisuulle rakennettuun $0,75 \text{ milj. m}^3$:n altaaseen takaisi alivirtaaman $0,85 \text{ m}^3/\text{s}$. Karttatutkimuksen pohjalta tehdyt kustannuslaskelmat on esitetty jäljempänä.

Toisena mahdollisuutena olisi rakentaa keinotekoinen allas, joskin Mäntsälänjoen vesistöalueelta on vaikea löytää sellaista allaspaikkaa, johon vesi voitaisiin juoksuttaa pumppuamatta. Lähelle Mäntsälänjoen suuta, joen sivuhaaran *Storensbäckenin* latvoille olisi mahdollisuus kohtuullisin kustannuksin rakentaa 10 milj. m^3 allas, johon vesi olisi pumputtava joesta, nostokorkeuden vaihdellessa välillä $4...14 \text{ m}$. Tällä ja aikaisemmin jokisuuhun rakennetulla altaalla ($0,75 \text{ milj. m}^3$) yhdessä saataisiin alivirtaama nousemaan määrään $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mikäli Oy Tampella Ab:n Tolkkisten selluloosatehtaan kaavailema 3 milj. m^3 :n allassuunnitelma toteutuu kokonaisuudessaan on säännöstelyllä mahdollisuus taata parhaassa tapauksessa alivirtaama $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.42 Vedensiirto

Mäntsälänjokeen voidaan siirtää lisävettä kahdeltakin suunnalta, joko Päijänteestä Puujoen kautta Pursijärveen tai Vesijärvestä, Luhtikylän tekoaltaan kautta Hunttijärveen. Se, kumpi reitti on edullisempi, riippuu jatkotutkimusten antamista tuloksista.

Alivirtaaman $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ saavuttamiseksi olisi vuosittain siirrettävä n.

14,5 milj. m³:n suuruinen vesimäärä, edellyttäen, että Mustion vesilaitos Oy:llä on tällöin allastilaa 3 milj. m³. Taulukot 3...4 ja kuvat 5...6.

Taulukko 3

Tietyn alivirtaama-arvon takaamiseen tarvittava lisävesimäärä Ridanforsin asteikon mukaan, yksikkö 1000 m³

Ajanjakso	Tavoitevirtaama				
	0.5 m ³ /s	1.0 m ³ /s	1.5 m ³ /s	2.0 m ³ /s	3.0 m ³ /s
III 1955 - IV 1955	0	35	293	734	3 447
VI 1955 - X 1955	1 598	4 760	8 545	12 813	22 188
XII 1955 - IV 1956	0	86	1 123	2 488	4 052
VI 1956 - IV 1957	173	613	1 710	4 536	20 529
VI 1957 - VIII 1957	346	1 071	1 832	3 940	9 253
XII 1957 - IV 1958	0	60	1 287	3 499	12 260
VI 1958 - III 1959	1 780	7 007	14 031	23 017	43 934
V 1959 - IV 1960	2 946	12 476	21 859	34 102	59 979
V 1960 - XI 1960	493	2 290	4 631	12 744	22 870
I 1961 - XI 1961	181	1 935	4 752	8 467	18 593
III 1961 - IV 1962	0	0	0	276	3 681
VI 1962 - VIII 1962	0	0	164	657	2 661
XII 1962 - IV 1963	0	648	2 307	5 936	14 688
V 1963 - X 1963	1 270	4 190	9 046	13 651	24 157
XII 1963 - IV 1964	0	1 270	3 698	8 217	18 170
VI 1964 - XII 1964	1 495	6 929	12 649	19 932	34 672
keskimäärin	1 028	4 337	8 793	15 501	31 513

Taulukko 4

Muualta siirrettävä vesimäärä Ridanforsin asteikon mukaan, jos alivirtaa-
maksi taataan $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Merkinnät:

- | | | | |
|----|---------------------|-------|---------------------|
| 1. | Säännöstelytilavuus | 0.75 | milj.m ³ |
| 2. | - " - | 10.75 | - " - |
| 3. | - " - | 20.75 | - " - |

Ajanjakso	1	2	3
	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³
19. III -55 - 15. IV -55	881	0	0
25. VI -55 - 15. X -55	16 572	6 572	0
12. II -56 - 11. IV -56	4 130	0	0
10. VI -56 - 16. VIII -56	4 735	0	0
31. XII -56 - 28. III -57	5 383	0	0
27. VI -57 - 9. VII -57	5 409	0	0
15. I -58 - 17. IV -58	5 910	0	0
16. VI -58 - 1. III -59	30 819	20 819	10 819
24. V -59 - 12. IV -60	39 951	29 951	19 951
2. VI -60 - 20. VIII -60	7 897	0	0
20. IX -60 - 3. XI -60	1 858	0	0
2. VI -61 - 27. VIII -61	4 320	0	0
17. IX -61 - 1. XI -61	5 720	0	0
24. XII -61 - 13. I -62	268	0	0
11. VI -62 - 27. VI -62	475	0	0
31. XII -62 - 11. IV -63	9 461	0	0
3. VI -63 - 3. X -63	17 893	7 893	0
11. XII -63 - 12. IV -64	11 508	1 508	0
1. VI -64 - 6. XII -64	13 254	3 254	0
Keskimäärin	18 644	7 000	3 077

2.5 Säännöstelyn ja vedensiirron kustannukset

Vedenhintaan vaikuttavista tekijöistä on otettu huomioon pääomakustannus kuoletuslainapoi~~stoma~~ laskettuna, pumppuamiskustannukset, voimataloudelle maksettavat korvaukset sekä rakenteiden ja laitteiden hoito- ja kunnossapitokustannukset. Käyttökustannuksista ei ole otettu huomioon käyttöorganisation palkkaus- ym. menoja. Vesikuutiometriä kohti lasketut kustannukset on esitetty kuvassa 7.

Pääoma- sekä hoito- ja kunnossapitokustannukset on laskettu seuraavan taulukon mukaisesti käyttäen 6 % korkokantaa.

	Kuoletusaika v.	Hoito ja kunnossapito % rak. kust.
Tunnelit	50	0
Rakenteet	40	1.0
Putkijohdot	40	0.3
Avouomat ja maapadot	30	1.5
Koneistot	20	1.5

Pumppauskustannuksia laskettaessa on pumppujen hyötysuhteeksi otettu 0.80 sekä energian hinnaksi 0.05 mk/kWh suuremmissa pumppaamoissa ja 0.085 mk/kWh pienemmissä. Mikäli edellä esitetyistä perusteista on poikettu on siitä mainittu erikseen.

Storängsbäcken'in allas

Allaspaikka sijaitsee korkeiden mäkien välissä Storängsbäcken'in latvoilla. Altaan suurin pinta-ala on $\sim 2.5 \text{ km}^2$ ja keskisyvyys $\sim 5 \text{ m}$. Paikka on edullinen sikäli, että tarvitaan ainoastaan lyhyet maapadot altaan muodostamiseksi.

Altaan täyttö tapahtuu joko kevät- tai syystulvista. Epäedullisissa olosuhteissa on kevättulvan kesto aika vain runsas kuukausi. Vedensiirtokanava ja pumppuamo on näin ollen mitoitettava vesimäärälle $4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pumppuamiskorkeus vaihtelee välillä 4 - 13 m. Allas juoksetetaan kuitenkin useimmiten vain osittain, joten keskimääräinen nostokorkeus on yli 8.5 m. Kustannuslaskelmissa on kyseiseksi korkeudeksi otettu 11 m, pumppujen hyötysuhteeksi 0.7 ja kilowattitunnin hinnaksi 8.5 p.

Alustava kustannusarvio karttatutkimuksen (peruskartan 1:20 000) mukaan.

Rakenteet	550 000 mk	
Koneistot	360 000 "	
Avouoma	620 000 "	
Maapadot	1 320 000 "	
Maksettavat korvaukset	<u>950 000 "</u>	3 800 000 mk

Isojärven allas

Isojärvi kuuluu Porvoonjoen vesistöön, mutta vain suhteellisen matala vedenjakaja erottaa sen Mäntsälänjoen vesistöalueesta. Nordbon kosken yläpuolella on joen vedenpinnan korkeus topografikartan 1:20 000 mukaan $N_{43} + 61.5$, mikä on 1.5 m korkeammalla kuin Isojärven vedenpinta. Vesi voidaan siis juoksuttaa kaivettavaa kanavaa myöten pumppuamatta Isojärveen. Takaisinjuoksutus tapahtuu alkumatkan samaa uomaa vedenjakajan poikki ja sitten edelleen Saviojan kautta Mäntsälänjokeen. Vedensiirto-reitti on mitoitettu virtaamalle $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Alustava kustannusarvio karttatutkimuksen mukaan

Rakenteet	250 000 mk	
Avouemat	1 800 000 "	
Maksettavat korvaukset	<u>450 000 "</u>	2 500 000 mk

Vedensiirto Puujoesta Mäntsälänjokeen

Siirrettäessä vettä Puujoesta Mäntsälänjokeen on lähdettävä siitä, että Mäntsälänjoen alivirtaamaksi jokisuulla voidaan taata $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Koska luonnonmukainen alivirtaama on vain $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ on varauduttava kuivina ajanjaksoina koko kyseisen ($2.5 \text{ m}^3/\text{s}$) vesimäärän siirtoon. Vedensiirtouoma ja rakenteet on siirtohäviöiden varalta mitoitettu virtaamalle $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Vedensiirtoreitti kulkee Puujoesta Pursijärveen, siitä edelleen Rutajärven kautta Olkistenjokeen. Alustava suunnitelma perustuu välillä Puujoki - Pursijärvi topografikarttaan (1:10 000), sitä vastoin väliltä Pursijärvi - Rutajärvi on ollut käytettävissä maataloushallituksen maankuivatustöitä varten tekemät maastotutkimukset.

Alustava kustannusarvio

Rakennuskustannukset

Pumppuamo Puujoki - Mäntsälänjoki

Rakenteet	468 000 mk	
Koneistot	222 000 "	
Avouoma	<u>860 000 "</u>	1 550 000 mk

Pumppuamo Vesijärvi - Pääjärvi

Rakenteet	3/10	400 000 = 120 000 mk	
Koneistot	3/10	700 000 = 210 000 "	
Putkijohto	3/10	1 300 000 = 390 000 "	
Avouoma	3/10	<u>2 600 000 = 780 000 "</u>	1 500 000 mk

Pumppuamo Päijänne - Vesijärvi

Rakenteet	3/10 x	800 000 = 240 000 mk	
Koneistot	3/10 x	<u>500 000 = 150 000 "</u>	<u>390 000 mk</u>
Rakennuskustannukset yhteensä			3 440 000 mk

Vuotuiskustannukset

Avouomasysteemi välillä Päijänne - Vantaa tulee toimimaan ns. Päijänne-tunnelin varajärjestelmänä. Tällöin rakennuskustannukset väliltä Päijänne - Puujoki rasittavat vedensiirtoa Mäntsälänjokeen vain siltä osin kuin kyseistä vedensiirtoreittiä tullaan käyttämään tähän tarkoitukseen. Vuotuiskustannuksia laskettaessa on pääomakustannukset sekä rakenteiden ja laitteiden hoito- ja kunnossapitokustannukset otettu huomioon samassa suhteessa kuin kyseistä järjestelmää käytetään Mäntsälänjoen alivirtaamien lisäämiseen. Laskelmissa on käytetty kaavamaista laskutapaa, jolloin keskimääräinen käyttöpäivien lukumäärä vuodessa on jaettu 365:llä ja näin saatua suhdetta on käytetty kertoimena vedensiirron vuotuiskustannuksia laskettaessa välillä Päijänne - Puujoki.

Pumppuamo Puujoki - Mäntsälänjoki

Rakenteet	0.066 x 468 000 mk =	31 100 mk	
Koneistot	0.0872 x 222 000 " =	19 400 "	
Avouoma	0.0727 x 860 000 " =	62 500 "	
Hoito- ja kunnossapitokustannukset	=	<u>21 000 "</u>	134 000 mk

Pumppuamo Vesijärvi - Pääjärvi

Rakenteet	180/365 x 0.0665 x 120 000 mk =	3 900 mk	
Koneistot	180/365 x 0.0872 x 210 000 " =	9 100 "	
Putkijohto	180/365 x 0.0665 x 390 000 " =	12 800 "	
Avouoma	180/365 x 0.0727 x 780 000 " =	28 000 "	
Hoito- ja kunnossapitokustannukset	=	<u>9 200 "</u>	63 000 mk

Pumppuamo Päijänne - Vesijärvi

Rakenteet	180/365 x 0.0665 x 240 000 mk =	7 900 mk	
Koneistot	180/365 x 0.0872 x 150 000 " =	6 500 "	
Hoito- ja kunnossapitokustannukset	=	<u>4 600 "</u>	19 000 mk

Pumppuamiskustannukset

Vääksy	0.00064 x 20 000 000 mk =	12 800 mk	
Hollola	0.00648 x 18 100 000 " =	117 300 "	
Pursijärvi	0.00102 x 16 500 000 " =	<u>16 900 "</u>	147 000 mk

Voimalaitoskorvaukset

	0.005 x 20 000 000 mk =	<u>100 000 mk</u>	<u>100 000 mk</u>
Vuosikustannukset yhteensä			463 000 mk

3. Vantaanjoki

3.1 Vesistön hydrologian yleispiirteet

Vantaanjoen vesistöalue rajoittuu idässä Mäntsälänjoen vesistöön, pohjoisessa Salpausselkään sekä lännessä suurimmalta osaltaan Lohjanselkään. Alueen pituus pohjois-eteläsuunnassa on n. 63 km ja itä-länsisuunnassa n. 49 km. Vesistön valuma-alueen suuruus on n. 1685 km², mistä on järviä 2,5 % ja peltoa 468 km².

Hydrologinen toimisto on tehnyt vedenkorkeus- ja virtaamahavaintoja Vantaanjoesta jo v:sta 1911 lähtien Oulunkylässä sijaitsevalla asteikolla (N:o 17). Kerran päivässä havaittuihin virtaamiin on laskettu mukaan myös se osa virtaamasta, joka todellisuudessa ei kulje havaintopaikan kautta, vaan johdetaan sen yläpuolta Helsingin kaupungin Pitkälän vedenottoon. Havaintoja on lisäksi ollut käytettävissä Keravanjoesta hydrologisen toimiston Hanalan asteikolta vuodesta 1951 alkaen. Hydrologisia suhteita on lähemmin esitetty taulukossa 1 ja kuvissa 8 - 10.

3.2 Vesistön käyttömuodoista

Vantaanjoen voimataloudellinen merkitys on suhteellisen vähäinen. Joen koskista on tosin useita rakennettu, mutta voimalat ovat pieniä. Ainoa mainitsemisen arvoinen on Nurmijärven kunnan sähkölaitoksen omistama Myllykosken voimala. Sen vuosittain tuottama energiamäärä on keskimäärin 2 MkwH/v. ($H = 12,5 \text{ m}$, $Q_R = 4 \text{ m}^3/\text{s}$).

Lähes koko Vantaanjoen alivirtaama käytetään tällä hetkellä Helsingin kaupungin vesilaitoksen raakavedeksi. Helsingin kaupungin oikeudesta säännöstellä ja käyttää Vantaanjoen vettä on annettu seuraavat päätökset: Vesistötoimikunnan päätökset 17.12.1955, 27.12.1958 ja 5.5.1959, Länsi-Suomen vesioikeuden päätös 30.6.1962 sekä Korkeimman hallinto-oikeuden päätös 18.12.1958. Lupapäätöksien perusteella ei Vantaanjoen vedenjuoksua saa säännöstellä enempää, kuin että Helsingin kaupungin vesilaitokselle saadaan keskimäärin $2,25 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruinen vesimäärä. Vantaanjoen säännöstely käsittää lähes kaikki vesistöalueen järvet taulukon 5 mukaisesti.

Taulukko 5

Vantaanjoen säännöstelyaltaat

Allas	Tilavuus vrk m^3/s	Oma valuma-alue km^2	Koko valuma-alue km^2	Järvisyys %
Kytäjärvi	51.2	85.0	132	7.3
Suolijärvi	53.9	18.5	47	14.9
Hirvijärvi	51.6	28.5	28	17.6
Tuusulanjärvi	74.5	96.0	96	8.5
Valkjärvi	28.9	6.0	130	-
Luhtijoki	0.0	117.0	123	1.2

Nykyisen säännöstelyn puitteissa on käytettävissä raakavettä Helsingin kaupungin tarpeisiin n. 70,9 milj. m³/v. Helsingin kaupungin vedenkultus lähenteli kuitenkin jo v. 1965 tätä määrää ollen 62,8 m milj. m³/v. Ei myöskään ole reaalisia mahdollisuuksia tehostaa Vantaanjoen säännöstelyä, sillä säännöstelytilavuuden lisääminen nykyisissä altaissa ei käyne päinsä tuottamatta huomattavaa vahinkoa.

Jätevesikuormitusta on lähes kaikissa Vantaanjoen haaroissa. Voidaan kuitenkin havaita kuormituksen keskittymistä Keravanjokeen ja Palojokeen. Taulukossa 6 on esitetty sekä asutuksen että teollisuuden vedenkäyttö ja viemärointi.

Taulukko 6

Asutustaajamien vedenkäyttö ja viemärointi v. 1966

I = Puhdistamatta
M = Mekaaninen käsittely
B = Biologinen - " -

Taajama	As. luku	Liittyminen %	Veden käyttö m ³ /vrk	Purku paikka	Puhdistus tapa
Riihimäki (osa)	15 000	67	2 200	Vantaa	B
Hyvinkää "	9 000	100	1 800	"	B
" "	14 000	100	2 800	Palojoki	B
Kellokosken sairaala	-	-	700	Keravanjoki	B
Kerava (osa)	5 000	54	700	"	I
" "	7 000	54	1 000	Rekolanpuro	B
Järvenpää	15 000	29	800	Tuusulanjärvi	B
Rinnekeoti, hoitolaitos	1 100	100	600	Lepsämän "-"	B
Hyrylän varuskunta			300	Tuusulan "-"	I
Nurmijärvi kk	1 700		300	Vantaa	B

Suurimpien teollisuuslaitosten vedenkäyttö ja viemärointi

I = Puhdistamatta
M = Mekaaninen käsittely
B = Biologinen - " -
K = Kemiallinen - " -

Teollisuuslaitos	Vedenkäyttö m ³ /vrk	Purkupaikka	Tuote
Villayhtymä; Villatehtaat	2 500	Palojoki	I
Villa "- : Heves	500	Vantaa	I Kutomatuotteet
Kellokosken tehtaat	400	Keravanjoki	K Metallit - " -
Alko, Rajamäen tehtaat x)	1 900	Luhtajoki	B Viina, hiiva yms.
Suomen Vanutehdas Oy	420	Keravanjoki	I Vanu

x) Rajamäen tehtaat käyttävät lisäksi 1 300 m³/vrk lauhdevesiä

Vantaanjoen vesistöllä ei ole merkitystä uiton kannalta. Tosin sekä Vantaanjoen uittoyhdistys että uittosääntö ovat vielä olemassa, mutta viime vuosina ei ole enää harjoitettu uittoa, koska se ei ole ainakaan tällä hetkellä kilpailukykyinen maantiekuljetuksen kanssa.

Vesistöalueen järvillä on niiden vähälukuisuuden sekä pääkaupungin läheisyyden takia merkitystä vapaa-ajan ja virkistyskäytön kannalta.

3.3 Vedentarve tulevaisuudessa

Vantaanjoki tyydyttää tällä hetkellä Helsingin vedentarpeen, mutta lisävettä olisi voitu tarvita ennusteiden mukaan jo v. 1967. Helsingin kaupunki on ilmoittanut luopuvansa Vantaanjoen käytöstä 1980-luvulla. Tämän jälkeen voidaan vesistöä käyttää sellaisen teollisuuden tarpeisiin, jonka käyttämän veden osalta laatuvaatimukset eivät ole yleisten vesilaitosten vaatimusten tasoa.

Teollisuuden vedenkäytön arvioiminen kaksikymmentäkin vuotta eteenpäin on erittäin vaikeaa. Vantaanjoki virtaa maamme voimakkaimmin kehittyvän talousalueen halki. Täten on perusteltua syytä otaksua syntyvän huomattavaa vedenkäyttöä, mikäli vettä on saatavissa.

Myös maataloudessa saattaa kastelulla olla merkitystä tulevaisuudessa. Jos koko peltoalasta (468 km^2) tullaan kastelemaan 5 % ja kastelun määrä on 100 mm, joka jakaantuu tasan kesän 30 kuivimman vuorokauden kesken on kasteluveden tarve 900 l/s, joka esiintyy luonnollisten virtaamien ollessa pienimmillään.

Suunnitelmassa on edellytetty, että teollisuuden ja maatalouden yhteenlaskettu vedentarve saattaa nousta Vantaanjoen vesistöalueella tulevaisuudessa määrään $5 \text{ m}^3/\text{s}$ jokisuulla laskettuna.

3.4 Alivirtaamien lisääminen säännöstelemällä ja vedensiirrolla

3.41 Säännöstely

Vantaanjoen nykyinenkin säännöstelyaste on erittäin alhainen, alle 10 %. Reaaliset säännöstelymahdollisuudet ovat kuitenkin loppuunkäytetyt ja nykyinenkin käytettävissä oleva vesimäärä pienenee, jos jätevesien pilaa-

man Keravanjoen virtaama jätetään käyttämättä.

3.42 Vedensiirto

Vantaanjoen alivirtaamien lisäämiseksi tarvittavat vesimäärät on suunniteltu otettavaksi Päijänteestä. Vedensiirtoreitti tulisi suunnitelmien mukaan kulkemaan Päijänteestä avouomana Vesijärven ja Puujoen kautta Vantaaseen. Siirrettävät lisävesimäärät on esitetty taulukossa 7 alivirtaamien 3 ja 5 m³/s takaamiseen. Vesimääriä laskettaessa on Keravanjoen virtaamat jätetty laskelmien ulkopuolelle mahdollisten jätevesijärjestelyjen takia.

Vantaanjoen säännöstelyä voidaan jatkaa joko nykyiseen tapaan tai siirtyä rohkeampaan säännöstelyyn, mikä tarkoittaa sitä, että ensiksi juoksetetaan altaat tyhjiksi ja vasta sen jälkeen turvaudutaan vedensiirtoon. Mikäli kuitenkin avouomajärjestelmä palvelee myös ns. Päijännetunnelin varajärjestelmänä, on säännöstelyaltaat pidettävä jatkuvasti täynnä, jotta voidaan turvata teollisuuden vedensaanti silloinkin, kun avouomajärjestelmää käytetään tunnelin varajärjestelmänä pääasiassa Helsingin vesihuoltoalueen kunnallisten vesilaitosten vedentarpeen tyydyttämiseen. (Kuvat 11...13). Kustannuslaskelmat onkin tehty juuri viimeksi mainitun vaihtoehdon mukaisesti ja ne on esitetty jäljempänä kohdassa 3.5.

Taulukko 7

Lisäveden tarve Vantaanjoessa alivirtaamien 3 ja 5 m³/s takaamiseksi Vantaanjoen virtaamat ennen Keravanjokea

	Nykyisen säännöstelyn mukaisesti		Rohkeammin säännösteltynä		MQ Vantaanjoki m ³ /s
	NQ=3.0 m ³ /s vrk m ³ /s	NQ=5.0 m ³ /s vrk m ³ /s	NQ=3.0 m ³ /s vrk m ³ /s	NQ=5.0 m ³ /s vrk m ³ /s	
1937	198.4	740.2	-	343.5	10.9
1938	183.9	578.7	-	364.9	13.0
1939	491.5	933.8	55.5	783.7	6.2
1940	301.1	776.9	402.9	881.6	5.7
1941	234.1	748.2	-	668.1	7.5
1945	-	34.9	-	-	26.3
1946	100.2	445.1	-	-	15.4
1961	45.6	232.4	-	9.5	14.8
1962	1.2	65.2	-	-	31.3
1963	88.8	386.8	-	102.7	15.3
1964	170.2	650.2	-	359.4	9.9
1965	46.5	312.5	-	-	11.9
Keskimäärin	155.1	492.1	38.2	292.8	14.0

3.5 Vedensiirron kustannukset

Vedensiirron kustannusten laskentaperusteina on käytetty aikaisemmin Mäntsälänjoen yhteydessä esitettyjä arvoja.

Rakennuskustannukset

Pumppuamo Päijänne - Vesijärvi

Rakenteet	5/10 x /10 x	800 000 mk = 000 mk	400 000 mk	
Koneistot	5/10 x	500 000 " =	<u>250 000 "</u>	650 000 mk

Pumppuamo Vesijärvi - Pääjärvi

Rakenteet	5/10 x	400 000 mk =	200 000 mk	
Koneistot	5/10 x	700 000 " =	350 000 "	
Putkijohto	5/10 x	1 300 000 " =	650 000 "	
Avouoma	5/10 x	2 600 000 " =	<u>1 300 000 "</u>	2 500 000 mk

Pumppuamo Puujoki - Vantaa

Rakenteet	5/10 x	400 000 mk =	200 000 mk	
Koneistot	5/10 x	650 000 " =	325 000 "	
Putkijohto	5/10 x	1 500 000 " =	780 000 "	
Avouoma	5/10 x	4 450 000 " =	<u>2 225 000 "</u>	3 500 000 mk
Rakennuskustannukset yhteensä				6 650 000 mk

Vuotuiskustannukset

Pääomakustannukset

Rakenteet	185/365 x 0.0665 x 800 000 mk =	27 000 mk	
Koneistot	185/365 x 0.0872 x 925 000 " =	40 900 "	
Putkijohdot	185/365 x 0.0665 x 1 450 000 " =	47 200 "	
Avouomat	185/365 x 0.0727 x 3 525 000 " =	129 900 "	
Hoito- ja kunnossapitokustannukset	=	<u>40 000 "</u>	285 000 mk

Pumppuamiskustannukset

Vääksy	0.00064 x 52 000 000 mk =	33 300 mk	
Hollola	0.00648 x 49 000 000 " =	317 500 "	
Hausjärvi	0.00477 x 47 000 000 " =	<u>224 200 "</u>	575 000 mk

Voimalaitoskorvaukset

	0.005 x 52 000 000 mk =	<u>260 000 mk</u>	<u>260 000 mk</u>
Vuotuiskustannukset yhteensä			1 120 000 mk

4. Siuntionjoki

4.1 Vesistön hydrologian yleispiirteet

Siuntionjoen vesistöalue sijaitsee läntisellä Uudellamaalla Karjaanjoen ja Vantaanjoen vesistöalueiden välissä. Luonteenomaista vesistöalueelle (465 km²) on pieni järviprosentti (4.9 %) ja siitä johtuvana suuret virtaamavaihtelut (Kuva 14, taulukko 1).

Siuntionjoesta on pitempiäaikaisia vedenkorkeus- ja virtaamahavaintoja ai-noastaan Björnträskin luusuasta. Kyseisellä järvellä on maataloushalli-tuksen vesiasteikko n:o 453. Asteikolta on yhtenäinen vedenkorkeushavain-tosarja vuodesta 1959 lähtien. Asteikko on kuitenkin asetettu niin kor-kealle, ettei alimpia vedenkorkeuksia ole voitu lukea. Varsinkin vuosi-na 1959 - 1960 on ollut pitkä kuiva kausi, jolta ei ole vedenkorkeusha-vaintoja. Näiltä osin on havaintoja täydennetty vertailulla Koskenkylän-joen vastaaviin virtaamalukemiin.

Virtaamat on laskettu Björnträskin luusuassa Bogasonin (diplomityö v. 1961) esittämän purkautumiskäyrän sekä MKR:n suorittamien virtaamamittausten mu-

kaan. Björnträskin ja Suomenlahden välillä olevan valuma-alueen vaikutus virtaamiin on arvioitu vertailulla Vantaanjoen ja Mäntsälänjoen valuma-arvoihin (Kuvat 15...16, taulukot 8...9).

Taulukko 8

Siuntionjoen virtaamien puolikuukausikeskiarvot Björnträskin luusuassa.

	1959		1960		1961		1962		1963		1964	
	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30
I	0.93	1.20	0.21	0.21	4.95	3.18	1.18	4.71	2.76	1.63	1.08	0.62
II	0.99	0.69	0.33	0.22	2.05	2.00	3.17	3.04	0.99	0.76	0.48	0.36
III	2.58	4.59	0.22	0.22	3.47	3.27	2.33	1.35	0.78	0.56	0.75	0.37
IV	9.42	9.03	0.48	9.21	2.29	4.94	12.98	17.37	1.08	6.98	0.35	2.74
V	4.09	1.40	6.39	1.94	3.15	1.85	11.14	4.35	5.33	2.03	2.96	3.12
VI	0.65	0.36	0.62	0.49	0.94	0.61	2.30	1.52	0.89	0.61	1.22	0.79
VII	0.36	0.29	0.69	0.92	0.54	0.61	1.87	2.50	0.66	0.62	0.70	0.63
VIII	0.22	0.19	1.28	1.31	0.95	1.78	2.96	4.21	0.46	0.53	0.71	0.66
IX	0.17	0.16	4.33	3.30	1.70	1.22	13.95	14.03	1.34	1.34	0.53	0.39
X	0.15	0.15	1.82	1.27	0.64	0.46	7.71	5.77	4.60	8.10	0.32	0.67
XI	0.16	0.18	2.36	3.69	4.18	2.77	6.55	8.05	4.73	6.48	0.71	1.42
XII	0.20	0.21	7.42	7.20	3.31	1.87	7.19	5.80	3.34	1.40	0.64	8.01

Taulukko 9

Siuntionjoen virtaamien puolikuukausikeskiarvot m^3/s jokisuulla

	1959		1960		1961		1962		1963		1964	
	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30
I	1.3	1.6	0.4	0.4	7.8	4.7	1.9	8.9	3.4	2.1	2.0	0.9
II	1.5	1.2	0.4	0.4	3.7	3.3	4.3	4.3	1.5	1.2	0.8	0.7
III	4.7	10.3	0.4	0.4	9.7	7.2	3.1	2.0	1.1	0.8	1.0	0.6
IV	19.2	20.6	2.6	24.3	4.4	13.0	25.5	36.0	3.3	18.7	1.6	7.8
V	7.7	2.4	12.5	3.2	63	3.7	20.4	6.5	10.0	3.3	6.6	5.8
VI	1.2	7.1	1.1	0.7	1.5	0.9	3.1	2.1	1.4	0.8	7.0	2.5
VII	1.9	0.5	1.0	1.6	0.9	1.7	3.1	4.0	0.8	0.7	0.8	0.7
VIII	0.3	0.3	1.5	3.0	2.4	4.9	5.8	5.9	0.6	0.8	0.8	0.8
IX	0.3	0.2	8.6	4.0	2.4	1.6	25.0	24.1	1.8	1.6	0.6	0.5
X	0.2	0.3	2.3	1.9	0.8	0.7	11.0	10.2	9.0	12.7	0.5	1.3
XI	0.5	1.1	6.5	6.0	7.3	4.0	13.1	16.3	6.6	12.0	1.1	2.0
XII	1.2	0.4	16.5	12.4	6.1	2.7	11.4	7.9	4.3	2.0	9.9	12.4

4.2 Vesistön käyttömuodoista

Siuntionjoella ei ole voimataloudellista merkitystä. Sen kosket ovat siksi pieniä ja alivirtaamakaudet niin pitkiä, että varsinainen voimataloudellinen rakentaminen ei kannata.

Siuntionjokea käytetään toistaiseksi ainoastaan teollisuusvedentarpeen tyydyttämiseen. Vesistötoimikunta on 29. päivänä huhtikuuta 1961 antanut päätöksen, jossa Suomen Kaapelitehdas Oy oikeutetaan johtamaan Siuntionjoesta vettä korkeintaan $2\,200\,000\text{ m}^3$ vuosittain. Länsi-Suomen Vesioikeus on kuitenkin muuttanut päätöstä 16. päivänä kesäkuuta 1966 siten, että vuosimaksimi on poistettu, mutta sen sijaan vesistötoimikunnan päätös on jätetty ennalleen siltä osin, ettei yli $14\,000$ litraa minuutissa vedenotto Siuntionjoesta ole luvallista, jos se aiheuttaa häiriötä muiden vedenotolle. Vesioikeuden päätöksessä on lupa vedenottoon laajennettu koskemaan myös Suomen Sokeri Oy:n Porkkalan tehtaita. Edellä mainittujen teollisuuslaitosten nykyinen vedenkäyttö on n. 30 l/s . Lupa-ehojen sallima vedenoton enimmäismäärä 233 l/s riittää edellä mainituille teollisuuslaitoksille vielä suunniteltujen laajennustenkin jälkeen.

Siuntionjoen jätevesikuormitus on tällä hetkellä n. $1\,600\text{ m}^3/\text{vrk}$. Siuntionjoen keskivirtaamasta tämä on $0,4\%$, mutta sen sijaan alivirtaamasta 9% .

Suurimmat jätevesimäärät tulevat Lohjan kauppala-alueelta ($700\text{ m}^3/\text{vrk}$) ja Lohjan maalaiskunnasta ($350\text{ m}^3/\text{vrk}$). Näiden lisäksi purkautuu Enäjärveen Vihdin Nummelan taajamasta noin $200\text{ m}^3/\text{vrk}$. Lohjan kunnassa sijaitsevien Suomen Sokeri Oy:n ja Suomen Kaapelitehdas Oy:n laitoksista johdetaan jätevedet suoraan mereen. Edellisessä käsitellään jätevedet (n. $9\,300\text{ m}^3/\text{vrk}$) biologisesti ja jälkimmäisessä (n. $1\,550\text{ m}^3/\text{vrk}$) mekaanisesti ennen johtamista.

Siuntionjoessa ei ole harjoitettu viime vuosina uittoa, eikä ilmeisesti tulla vastaisuudessa harjoittamaan. Siuntionjoen tärkein merkitys vesihuollon ohella lienee järvien osalta vapaa-aika- ja virkistyskäytössä. Vesistön järvien rannoille on jo nyt syntynyt melko laajaa huvila-asutusta.

4.3 Vedentarve tulevaisuudessa

Vedentarve tulevaisuudessa riippuu alueen asutuksen ja teollisuuden vastaisesta kehityksestä. On kuitenkin todennäköistä, ettei Kirkkonummen alueen asutuksen tarpeisiin mahdollisen voimakkaan väestönlisäyksen tapahtuessa tulla käyttämään Siuntionjoen vettä. Tällöin jää Siuntionjoki

ainoastaan teollisuuden käyttöön.

Tulevaisuuden vedentarvetta arvioitaessa on lähdettävä siitä, että veden niukkuus ei saa asettaa esteitä alueen taloudelliselle kehitykselle. Teollisuuden lisäksi on otettava huomioon maatalouden kastelutarve. Jos koko peltoalasta (140 km^2) tullaan kastelemaan 5 % ja kastelun määrä on 100 mm, joka jakaantuu tasan kesän 30 kuivimman vuorokauden kesken on kasteluveden tarve 270 l/s , joka esiintyy luonnollisten virtaamien ollessa pienimillään. Suunnitelma perustuukin siihen, että tulevaisuudessa saattaa vedentarve nousta aina määrään $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.4 Alivirtaamien lisääminen säännöstelemällä ja vedensiirrolla

4.41 Säännöstely

Siuntionjoen luonnonmukainen säännöstelyaste on vähäinen, mistä johtuen myös alivirtaama on pieni. Vesistön järvioltaat ovat pieniä sekä pinta-alaltaan että tilavuudeltaan, mistä syystä myös säännöstelymahdollisuudet ovat suhteellisen vähäiset. Järvien rannat ovat suurelta osalta voima-eräisesti viljeltyjä sekä huvila-asutuksen valtaamia, jolloin vedenkorkeuksien vaihteluiden laajuuden huomattava lisääminen aiheuttaa myös melkoista vahinkoa. Siuntionjoen vesistössä ei ole toteutettu minkäänlaista säännöstelyä lukuunottamatta Vitträskin erottamista makeavesialtaaksi teollisuuden vedenottoa varten vesioikeuden lupapäätöksen puitteissa. Vesistön käyttö on rajoittunut maataloudellisen hyödyn saavuttamiseksi tähtääviin järvenlaskuihin ja jokien ja purojen perkauksiin. Vesistön vähäjärvisyydestä johtuen on lähes jokaiseen järveen puututtava, jotta säännöstely vastaisi tarkoitustaan. Kuvassa 15 on esitetty säännöstelytilavuuden tarve alivirtaaman takaamiseksi, teoreettisiin arvoihin on lisätty 10 % haihtumis- ym. häviöiden kompensoimiseksi.

Suunniteltu säännöstely tulisi koskemaan järviä: Vitträsk, Björnträsk, Palojärvi, Poikkipuoliainen ja Enäjärvi. Ainoastaan Storträsk ja Tjustträsk jäisivät säännöstelyn ulkopuolelle, jälkimmäinen pienuutensa ja edellinen erittäin pitkän rantaviivansa sekä pienen valuma-alueensa vuoksi.

Alin järvi, Vitträsk, tulisi toimimaan pääasiassa vedenotto- ja tasausal-

taana sekä yksinäisten sadetulvien kerääjänä. Säännöstelytilavuus muodostuisi rajojen $NN + 0,30$ m ja $NN - 0,20$ m välille. Vedenotto olisi lopetettava järven pinnan laskettua tasoon $NN - 0,20$ m:ä ja mikäli se ylittäisi tason $NN + 0,30$ m:ä olisi tulvaluukut avattava.

Varsinaisena säännöstelyaltaana tulisi toimimaan Björnträsk. Kuvassa 20 on ehdotus säännöstelyrajoiksi ja vuosien 1959 - 1964 luonnonmukaiset vedenkorkeudet sekä vedenkorkeuden muutos, jos säännöstelyä olisi suunnitellussa muodossa toteutettu. Säännöstelyn yläraja on korkeudella $N_{43} + 28,20$ m, jolloin sekä kevät- että syystulvat eliminoiduvat. Alaraja on samalla korkeudella kuin v. 1964 alin vesi ($N_{43} + 26,78$). Ennen kevät- ja syystulvaa on suoritettava riittävä alennus, jotta ylärajaa ei ylitetä. Tähän puoleen ei ole puututtu tässä yhteydessä, vaan ne on määritettävä vasta rantatutkimusten jälkeen. Edellä esitettyjä säännöstelyrajojakaan ei ole tarkoitettu sitoviksi, sillä vasta maastotutkimusten jälkeen on mahdollisuus vertailla säännöstelystä aiheutuvaa hyötyä ja vahinkoa.

Palojärvi, Poikkipuoliainen ja Enäjärvi tultaisiin säännöstelemään siten, että yliveden korkeudet jäisivät ennalleen. Enäjärven osalta säilyisi myös oikeuden päätöksen mukainen alaraja normaalivuonna ($NN + 50,00$ m). Vain erittäin kuivina vuosina kuten 1959 - 1960 laskisi se talvella ennen kevättulvia korkeuteen $NN + 49,20$. Poikkipuoliaisessa olisi säännöstelytilavuus korkeuksien $NN + 49,05$ ja $NN + 48,25$ välillä sekä Palojärvessä vastaavat korkeudet $NN + 43,74$ ja $NN + 42,94$. Edellä esitetyistä suurempi lukema tulisi olemaan normaalivuosien alivedenkorkeus ja pienempi tulisi kyseeseen vain erittäin vähäsateisina vuosina. Poikkipuoliaisessa on nykyinen sallittu alin vesi $NN + 48,65$, joskin v. 1964 on mitattu vielä alempikin korkeus $NN + 48,36$. Palojärven osalta ovat luonnonmukaiset vedenkorkeuden ääriarvot $NN + 44,78$ ja $NN + 43,21$.

Säännöstely suoritettaisiin siten, että ensin juoksutettaisiin Vitträsk ja Björnträsk sekä sen jälkeen tarvittaessa Palojärvi, Poikkipuoliainen ja Enäjärvi. Havaintokautena 1959 - 1964 olisi Björnträskin vedenpinta laskenut kahdesti ja ylempien järvien vain kerran. Laskelmissa on varastoimis- ym. tappioiksi arvioitu 10 % sekä Palojärven, Poikkipuoliaisen ja Enäjärven luonnonmukaisiksi säännöstelyasteiksi myös 10 %. Edellä esitetyllä säännöstelyllä voidaan taata alivirtaamaksi $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.42 Vedensiirto

Taulukko 10
Siuntionjoki

Tietyn alivirtaama-arvon takaamiseen säännöstelyn lisäksi tarvittava vesimäärä vuosina 1959 - 1964.

Ajanjakso		Tavoitevirtaama			
		0.5 1000 m ³	1.0 1000 m ³	1.5 1000 m ³	2.0 1000 m ³
I	1959-II 1959	0	0	518	3 110
VI	1959	0	0	389	1 037
VII	1959-III 1960	1 037	12 053	23 069	34 214
VI	1960-VII 1960	0	389	2 203	5 314
X	1960	0	0	0	130
VI	1961	0	250	1 555	3 888
IX	1961-X 1961	0	648	1 944	3 758
I	1962	0	0	0	120
II	1963	0	259	1 814	4 406
VI	1963-VIII 1963	0	1 685	5 054	9 720
I	1964-IV 1964	0	1 296	4 536	8 294
VII	1964-XI 1964	0	2 981	8 294	14 126
Yhteensä		1 037	19 570	49 376	88 127
Keskim.		173	3 262	8 229	14 688

Lisättäessä Siuntionjoen alivirtaamia tulee kysymykseen veden pumppaaminen joko Hiidenvedestä tai Lohjanjärvestä. Kummassakin tapauksessa joudutaan ylittämään Lohjanharju, edellisessä kulkisi vedensiirtoreitti Hiidenvedestä Enäjärveen (nostokorkeus 70 m), jälkimmäisessä Lohjanjärvestä ns. Pappilanselästä Munkaanojaan (nostokorkeus n. 36 m). Kolmantena mahdollisuutena on, että käytettäisiin hyväksi Helsingin kaupungin rakentamaa ns. Hiidenvesitunnelia. Vedenjohtomatka Salmijärven kohdalta Poikkipuoliaiseen olisi lyhyt eikä vaatisi suuria investointeja, mutta sitä vastoin osuus tunnelikustannuksista tulisi lisärasitukseksi (Kuva 18...19, taulukko 10).

4.5 Säännöstelyn ja vedensiirron kustannukset

Laskentaperusteina on käytetty aikaisemmin Mäntsälänjoen yhteydessä esitettyjä arvoja paitsi, että energian hinnaksi on otaksuttu 0,085 mk/kWh. Vedensiirron kustannukset on esitetty kuvassa 17.

Säännöstely

Rakennuskustannukset

Rakenteet	220 000 mk	
Avouoma	180 000 "	
Maksettavat korvaukset	<u>90 000 "</u>	490 000 mk

Vuotuiskustannukset

Rakenteet	0.0665 x 220 000 mk =	15 000 mk	
Avouoma	0.0727 x 180 000 " =	13 100 "	
Korvaukset	0.0634 x 90 000 " =	5 700 "	
Hoito- ja kunnossapitokustannukset	=	<u>5 200 "</u>	39 000 mk

Vedensiirto

Rakennuskustannukset

Pumppuamo Lohjanjärvi - Munkkaanoja

Rakenteet	176 000 mk	
Koneistot	205 000 "	
Putkijohto	570 000 "	
Avouoma	<u>150 000 "</u>	1 101 000 mk

Vuotuiskustannukset

Rakenteet	0.0665 x 176 000 mk =	11 700 mk	
Koneistot	0.0872 x 205 000 " =	17 900 "	
Putkijohto	0.0665 x 570 000 " =	37 900 "	
Avouoma	0.0727 x 150 000 " =	11 000 "	
Hoito- ja kunnossapitokustannukset	=	<u>10 000 "</u>	88 500 mk

Pumppuamiskustannukset

$$0.01 \times 1.191 \times 16\,160\,000 \text{ mk} = \underline{192\,500 \text{ mk}} \quad 192\,500 \text{ mk}$$

Voimalaitoskorvaukset

$$8.3 \times 31 \times 16\,160\,000 \times \frac{1}{3600} \times 0.05 \text{ mk} = \underline{57\,800 \text{ mk}} \quad 57\,800 \text{ mk}$$

Vuotuiskustannukset yhteensä

338 800 mk

5. Karjaanjoki

5.1 Vesistön hydrologian yleispiirteet

Karjaanjoen vesistö rajoittuu idässä Lohjanselkään, joka erottaa sen Siuntionjoen ja Vantaanjoen vesistöistä. Länsipuolella sijaitsevat Kiskon-, Uskelan- ja Paimionjoen vesistöt sekä pohjoispuolella Kokemäenjoen vesistö. Valuma-alueeltaan, joka on n. 2 010 km², on Karjaanjoki ainoastaan jonkin verran Vantaanjokea suurempi, mutta sitävastoin järvisyys (12,1 %) on lähes viisinkertainen. Karjaanjoki onkin vesivarojensa puolesta tästä syystä Etelä-Suomen vedenhankinta-alueen merkittävin vesistö. Sen suurimmat järvet, Lohjanjärvi (93,2 km²) ja Hiidenvesi (29,5 km²) sijaitsevat valuma-alueeseen nähden edullisesti, sillä lähes 95 % vesistöalueesta laskee näihin järviin. Muut järvet ovat edellisiin verrattuna suhteellisen pieniä, mainittakoon kuitenkin Punelia, Keritty, Sakara ja Puujärvi, joiden pinta-alat ovat edellä luetellussa järjestyksessä 8,2, 5,8, 2,4 ja 6,0 km² (Kuva 21).

Karjaanjoen virtaamat ovat riippuvaisia voimalaitoksien padotuksesta. Taulukossa 11 on vuosien 1911 - 1940 ja 1911 - 1950 virtaamien ja valumien ääriarvot Landsbron ja Peltokosken havaintojen mukaan. Taulukon arvoja vertailemalla voidaan todeta alivirtaamien suhteellisen pienet arvot viime vuosina, mikä on ilmeisesti säännöstelystä johtuvaa. Lisäksi on huomattava mittausten ilmeinen epätarkkuus. Esimerkiksi keskivirtaama on ollut v. 1945 Landsbron asteikon mukaan n. 30,07 m³/s ja Peltokosken asteikon mukaan n. 22,19 m³/s, toisin sanoen kahden melkein peräkkäisen asteikon havaintojen mukaan laskettujen keskivirtaamien ero on ollut lähes 8 m³/s.

Taulukko 11

Virtaama m ³ /s			Valuma l/s km ²		
1911 - 1940		1911 - 1950	1911 - 1940		1911 - 1950
MQ	73	79	Hq	37	40
MHQ	47	46	MHQ	24	23
MQ	21	20	Mq	10.5	10
MNQ	10.8	9.1	MNQ	5.4	4.6
NQ	6.5	0.8	Nq	5.3	0.4

5.2 Vesistön käyttömuodoista

Karjaanjokea on käytetty hyväksi voimataloudessa huomattavammin vuodesta 1910 alkaen, jolloin valmistui voimalaitos Äminneforsin koskeen. Nykyään on Lohjanjärven ja meren välinen putous käytännöllisesti katsoen kokonaan rakennettu. Seuraavaan luetteloon on koottu ne vesistön voimalaitokset, joiden teho on yli 250 kW tai vuosittain kehitetty energiamäärä yli 1 MkWh. (GWh).

Koski	Omistaja	h m	QR m ³ /s	Energia GWh/v	Lupapäätös
Äminnefors	Oy Fiskars Ab	4.4	24	10	Maaherra, N:o 191 12.2.1909
Billnäs	- " -	6.7	28	7	Vesistötoimikunta 30.7.1955
Mustionkoski	Ab Svartå Bruk Oy	8.1	25	10	" 28.6.1956
Peltokoski	- " -	10.5	27	14	" 28.1.1950
Nahkionkoski	Kymin Osakeyhtiö	9.8	5.6	1	" 19.4.1893

h = voimalaitoksen putoukorkeus

QR = rakennusvesimäärä

Karjaanjoen vesistössä on voimataloudellisessa mielessä harjoitettu säännöstelyä jo vuosikymmeniä. Säännöstely keskittyy pääasiassa Lohjanjärveen, joskin ylempänä vesistössä on mm. Pyhäjärven luusuassa pieniä, merkitykseltään vähäisiä säännöstelypatoja.

Nykyinen Lohjanjärven säännöstely perustuu vesistötoimikunnan päätökseen 28.6.1956. Kyseisen päätöksen mukaan ei Lohjanjärven vedenkorkeuksilla ole kiinteätä ylärajaa vaan ainoastaan korkeuksien NN + 31.40 ja NN + 32,00 välillä vaihteleva raja, jota ei saa ylittää, jos se on mahdollista noudattamalla suurimpia sallittuja juoksutuksia. Säännöstelyrajojen yksityiskohtaisempi kulku selviää kuvasta 23.

Karjaanjoen suurimmat asutustaajamat; nimittäin Karkkilan, Lohjan ja Karjaan kauppalat ovat tulleet toimeen toistaiseksi omilla pohjavesivaroillaan. On kuitenkin ilmeistä, että Lohjan kauppala joutuu turvautumaan Karjaanjoesta saatavaan pintaveteen jo kuluvana vuonna. Karjaan kauppalankin osalta vaikuttavat pohjavesivarat rajoitetuilta, joskin pintaveteen turvauduttaneen vasta usean vuoden kuluttua. Vesistön alueella on edellisten lisäksi joukko pienehköjä, pääasiassa pohjavettä käyttäviä asutustaajamia.

Tärkeimmän pintavettä käyttävän sektorin muodostaa teollisuus. Taulukossa 12 on esitetty kauppaloiden ohella vedenkäytön kannalta tärkeimmät teollisuuslaitokset. Tiedot on saatu Helsingin maanviljelysinsinööri-riltä.

Taulukko 12

Kauppaloitten vedenkäyttö ja viemärointi v. 1956

Kauppalat	Asukasluku	Liittyminen %	Veden kulutus m ³ /vrk	Viemärointi Karjaanjoen vesistöön	Puhdistus tapa
Karkkila	5 367	80	780	kokonaan	saostuskaivot
Lohja	10 517	95	2 200	n. 70 %	"
Karjaa	5 184	-	1 200	n. 50 %	"

I = Puhdistamo

M = Mekaaninen puhdistus

B = Biologinen - " -

Teollisuuslaitos	Vedenkäyttö	Viemärointi	Tuote
Högforsin	4 000 m ³ /vrk	Vanjoki	I Metalliteollisuus- tuotteita
Lohja-Kotka Oy	40 000 "	Lohjanjärvi	I Paperi ja selluloosa
Oy Metsäliiton Paperi	13 000 "	"	M Paperia
Lohjan Kalkkitehdas	7 000 "	"	I Kalkki, sementti ja sepeli
Oy Billnäs Ab	550 "	Karjaanjoki	I Työ- ja huonekaluja
Åminnefors Bruk	35 000 "	"	I Teräs

Lohjanjärveen johdettavien jätevesien osalta on kehittäilyvaiheessa yleis-suunnitelma. Asiaa koskeva katselmus on kuitenkin vielä kesken ja se, miten Lohjan seudun viemärointi tullaan järjestämään, jää riippumaan aikanaan annettavasta Länsi-Suomen vesioikeuden päätöksestä.

Lohjan seudulle on kehittynyt melko voimakas puunjalostusteollisuus, joka käyttää vesistöä hyväkseen puutavaran uittoon vesistön latvoilta Lohjanjärveen. Uitto on nykyään irtouittoa. Tulevaisuudessa Hiidenvedessä ja Lohjanjärvestä voidaan siirtyä nippu-uittoon, jolloin sekä Vanjoen että Nummenjoen irtouitto käynee kannattamattomaksi.

Varsinaisella Karjaanjoella, Lohjanjärvestä mereen, ei ilmeisesti tule olemaan merkitystä uiton kannalta. Vaikka Suomenlahtea tultaisinkin joskus käyttämään suuremmassa määrin nippu-uittoon, lienee halvempaa kuljettaa niput suoraan meren rantaan kuin uittaa suhteellisen lyhyen Karjaanjoen kautta.

Vesistön järvien sijainti pääkaupungin tuntumassa on tehty niistä merkittäviä virkistys- ja vapaa-ajan käyttökohteita. Lohjanjärven ja Hiidenveden rannoilla sijaitsevien huviloiden lukumäärä ylittää jo nyt 2 000 kappaleen rajan.

Vesistössä harjoitetaan kalastusta etupäässä kotitarvetta varten paikallisten ja kesäasukkaiden toimesta. Tärkeimmät kalalajit Lohjanjärvestä ja Hiidenvedessä ovat kuha, hauki ja lahna.

5.3 Vedentarve tulevaisuudessa

Asutustaajamien vedenkäyttö on suhteellisen pientä verrattuna teollisuuden. Valtakunnansuunnittelutoimiston väestökasvuarvioiden mukaan saadaan yhdyskuntien vedentarpeeksi v. 1990:

	Väkiluku	Ominaiskulutus 1/vrk.	Vedentarve m ³ /vrk.
Karkkila	6 000 as.	300	1 800
Lohja	15 000 "	300	4 500
Lohja mlk.	10 000 "	300	3 000
Karjaa	8 000 "	300	2 400
Yhteensä			12 000 m ³ /vrk.

Asutustaajamat ovat tähän asti selvinneet pohjavesivaroillaan, ja ainoastaan Lohjan kauppalalla on valmiina suunnitelma pintavedenotosta Lohjanjärvestä. Asutustaajamien vedenkäyttö edustaa kuitenkin varsin pientä osaa kokonaisvedentarpeesta, eikä sillä tule olemaan teollisuuden vedenkäytön rinnalla käytännöllistä merkitystä vesistön alivirtaamiin.

Teollisuuden vedentarpeen kasvua on erittäin vaikea arvioida. Ennusteet on perustettava nykyisen teollisuuden mahdollisiin laajennuksiin sekä jo tiedossa oleviin rakennushankkeisiin. Vedenotto Lohjanjärvestä on tällä hetkellä n. 0,7 m³/s. Tulevaisuudessa teollisuuden laajennusten

jälkeen kasvanee kulutus noin määrään $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$, ja mikäli Oy Metsäliiton paperi rakentaa suunnitellun selluloosatehtaan, nousee vedentarve määrään $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mikäli Lohja-Kotka Oy:n ja Oy Metsäliiton Paperin jätevedet tullaan johdamaan pois Karjaanjoen vesistöstä (yhteensä n. $1,7 - 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$), on Karjaanjokeen kuitenkin jäätävä riittävä vesimäärä teollisuuden käyttöön. Suurin Karjaanjoen varrella oleva teollisuuslaitos käyttää nykyään vettä n. $35\,000 \text{ m}^3/\text{vrk}$. Kun otetaan huomioon teollisuuden mahdolliset laajennukset, on Karjaanjoen alivirtaamaksi jäätävä vähintään n. $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Helsingin kaupunki on jo v. 1945 hakenut Uudenmaan lääninhallitukselta lupaa rakentaa käyttöveden lisäämiseksi varavesijohto pumppulaitoksineen Hiidenvedestä Enäjärven ja Poikkipuoliaisen kautta Vantaaseen.

Hanke on ollut kuitenkin monistakin syistä pysähdyksissä, ja uusimmassa hakemuksessa anotaan lupaa vedenotolle Helsingin kaupungin, Espoon kaupungin ja Helsingin maalaiskunnan tarpeisiin.

Helsingin kaupungin hakemuksesta ei ole vielä (6.10.67) annettu vesioikeuden päätöstä. Toimitusinsinöörin lupaehdotuksen mukaan olisi kaupungilla lupa ottaa enintään $6,5 \text{ milj. m}^3$ kunakin kalenterikuukautena, mikä vastaa $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Jos kaupunki ottaa ainoastaan suunnitelman mukaisen vesimäärän ja Lohjanjärveä säännöstellään tarkoituksenmukaisesti, rajoittuu vedenoton vaikutus $2 \text{ m}^3/\text{s}$ vähennykseen alivirtaamisissa.

Koska Helsingin kaupungin pysyvä vedenotto-oikeus saattaisi tulevaisuudessa rajoittaa Länsi-Uudenmaan teollisuuden ja yhdyskuntien kehitystä eikä toisaalta ratkaise pysyvästi Helsingin kaupungin vedenhankintaa, on tie- ja vesirakennushallitus vesioikeudelle antamassaan lausunnossa esittänyt luvan myönnettäväksi ainoastaan kymmenen vuoden määräajaksi.

Kun Lohja-Kotka Oy:n sekä Oy Metsäliiton paperin teollisuuslaitosten jätevedet johdetaan vesistöstä pois ja jos Helsingin kaupunki ottaa jatkuvasti $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$, on vedenotto Karjaanjoen vesistöstä n. $4,5 - 6,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Arvio edustaa nykyisen teollisuuden sekä Helsingin kaupungin ottamien vesimäärien jonkinlaista maksimiarvoa. Sen sijaan siitä puuttuu kokonaan mahdollisten uusien teollisuuslaitosten aiheuttamat muutokset tilanteeseen.

Siuntionjoen alivirtaamien lisääminen tämän liitteen kohdassa 4.42 esitellyllä tavalla aiheuttaa Hiidenvedestä tai Lohjanjärvestä vedenoton, jonka keskimääräinen vaikutus virtaamiin on $1.8...2.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Tämä vedenotto tulee tuskin kysymykseen Helsingin kaupungin vedenottoluvan voimassaoloaikaan.

Veden siirtoa Karjaanjoen vesistöstä Siuntionjokeen voidaan perustella sillä, että tällä tavalla voidaan varmistaa veden riittävyys kaikkiin arvioitavissa oleviin tarkoituksiin Mustionjoen vesistön ja meren välisellä alueella, joka sijaintinsa vuoksi kiinteästi liittyy Mustionjoen varsinaiseen vesistöalueeseen.

5.4 Alivirtaamien lisääminen säännöstelemällä

Karjaanjoen vesimääriä on säännöstelty tähän mennessä ainoastaan voimataloudellisia tavoitteita varten. Tulevaisuudessa on kuitenkin välttämätöntä puuttua vesistön säännöstelyyn riittävän alivirtaaman takaamiseksi vedenhankinnan tarpeita varten. Edellä esitettyjen ennusteiden mukaan saattaa vedentarve nousta määrään $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Tällöin ei nykyinen säännöstelyohjeen mukainen alivirtaama ($4 \text{ m}^3/\text{s}$) riitä, vaan on se saatava nousemaan vähintään arvoon $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Helsingin kaupunki on laatinut vedenhankintaansa varten Hiidenveden, sekä eräiden latvajärvien säännöstelysuunnitelman. Tämän mukaan tulisi Väänteenjoen alivirtaamaksi $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Suunnitellut juoksutusohjeet ja säännöstelyrajat kyseisissä järvissä on esitetty kuvassa 24.

Järvi	HV NN+	MHW NN+	MW NN+	MNW NN+	NW NN+
Keritty	121,75	121,50	121,30	121,20	121,08
Punelia	108,35	108,05	107,80	107,61	107,45
Sakara	107,97	107,70	107,35	107,06	106,90
Hiidenvesi	33,21	32,44	31,74	31,30	31,05

Edellä esitetyn säännöstelyn mukaan jää Väänteenjoen alivirtaamaksi kaupungin vedenoton jälkeen $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Mikäli kaupunki noudattaa suunnitelmansa mukaista vedenottoa, voidaan Lohjanjärven tarkoituksemukaisella säännöstelyllä nykyisten säännöstelyohjeitten puitteissa taata alivirtaamaksi $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Toisena mahdollisuutena on, että säännöstely rajoite-

taan koskemaan ainoastaan Lohjanjärveä ja Hiidenvettä. Ratkaisu on sikäli yksinkertainen, että uusia rakenteita ei tarvita, sillä säännöstely voidaan suorittaa Peltokosken voimalaitoksen padolla. Hiidenveteen vedenkorkeus on suoraan riippuvainen Lohjanjärvestä jopa siinä määrin, että kuivina aikoina on kyseisten järvien vedenpintojen korkeusero ainoastaan muutamia senttejä.

Lohjanjärven nykyisen säännöstely- ja juoksutusohjeen suurin epäkohta on siinä, että kesäyläraja on laskettu suhteettoman alas. Kesäkuun alusta elokuun puoleenväliin on vedenpintaa laskettava 60 cm. Tästä johtuen ei säännöstelytilavuutta kyetä käyttämään hyväksi kuin osittain. Nykyisen lupapäätöksen puitteissa voidaan tarkoituksenmukaisella säännöstelyllä taata alivirtaamaksi ainoastaan $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Mikäli kuitenkin hidastetaan kesävedenpinnan laskua sekä sallitaan poikkeuksellisen kuivina vuosina 5 cm lasku alle alarajan ennen kevättulvaa, kuten kuvassa 23 on esitetty, saadaan säännöstelemällä alivirtaamaksi $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$. (Kuva 22). Tämä vastaa arvoltaan vesimäärien puolesta samaa, kuin edellä jo esitetty Punelian, Sakaran, Kerityn ja Hiidenveden säännöstely lisättynä Lohjanjärven säännöstelyllä nykyisten rajojen puitteissa.

Etuna sille, että säännöstelyä suoritettaisiin vain Lohjanjärven luusussa on, että uusia rakenteita ei tarvita sekä, että rantavahingoilta vältytään. Sensijaan on pidettävä suunnitelman haittapuolena sitä, että erittäin kuivana vuotena laskee Hiidenvesi Helsingin kaupungin vedentosta johtuen nopeammin kuin Lohjanjärvi. Taulukossa 13 on selvitetty tämän seikan vaikutusta virtaamiin. Siinä on käsitelty Lohjanjärveä ja Hiidenvettä erillisinä altaina puolen kuukauden jaksoina siten, että kummankin altaan tulovirtaamaksi on otettu vain niiden omalta valuma-alueelta kerääntyvä vesimäärä. Mikäli Hiidenveden vedenpinta nousee nopeammin kuin Lohjanjärven, purkautuu ylimääräinen vesi Väänteenjoen kautta Lohjanjärveen. Jos sensijaan Hiidenvesi laskee alle Lohjanjärven vedenpinnan kääntyy virtaus Väänteenjoessa päinvastaiseksi.

Tutkittavaksi kaudeksi on valittu vedenhankinnan kannalta kriittisin ajanjakso, jolta on olemassa tietoja; nimittäin vuodet 1959 - 60. Taulukosta havaitaan että vuonna 1959 heinäkuun lopulta lokakuun alkuun olisi Hiidenveden pinta laskenut nopeammin kuin Lohjanjärven. Virtaus Väänteenjoesta ei kuitenkaan tapahtuisi Lohjanjärvestä asti, vaan kuten

taulukosta ilmenee, riittäisi Nummenjoki peittämään vajauksen. Nummenjoesta ei tosin ole luotettavia virtaamatietoja, vaan ne on laskettu vertailulla Vihtijärven vastaaviin arvoihin. Koska vertailuvesistö ei ole paras mahdollinen johtuu sen pienuudesta (28 km^2) ja suhteellisen suuresta järvisyydestä (18,5 %), on virtaamat laskettu myös vertailulla Siuntionjoen Björnträskin purkautumaan. Jälkimmäinen vesistö on sikäli parempi, että sen järvisyys ($L = 9,0 \%$) on samaa suuruusluokkaa kuin Nummenjoenkin (7,0 %). Myös valuma-alueen koko (220 km^2) ja muoto vastaavat paremmin arvioitavaa vesistöä.

On huomattava, että Nummenjoen virtaama on mukana Lohjanjärven tulovirtaamissa. Niiltä osin kuin se nyt kääntyy Hiidenveteen laskee Lohjanjärven pinta, mikä seikka on otettu huomioon Väänteenjoen virtaamissa. Sen sijaan ei ole otettu huomioon sitä, että virtaukset aina vaativat tietyn vedenkorkeuseron, mikä lisää varmuutta siitä, että Lohjanjärven vesi ei pääse virtaamaan Hiidenveteen.

Taulukko 13

Lohjanjärven ja Hiidenveden vedenkorkeusvaihtelut

- Merkinnät 1 = Hiidenveden tulovirtaama aikana t (vrk. m^3/s)
 2 = Helsingin kaupungin ottama vesimäärä Hiidenvedestä aikana t (vrk. m^3/s)
 3 = Hiidenveden vedenkorkeuden muutos aikana t (cm)
 4 = Lohjanjärven tulovirtaama aikana t (vrk. m^3/s)
 5 = Juoksutus Lohjanjärvestä aikana t (vrk. m^3/s)
 6 = Lohjanjärven vedenkorkeuden muutos aikana t (cm)
 7 = Hiidenveden ja Lohjanjärven vedenkorkeuksien muutoksien erotus aikana t (cm)
 8 = Virtaus Väänteenjoesta Hiidenveteen aikana t (vrk. m^3/s)
 9 = Nummenjoen virtaama aikana t (vrk. m^3/s) Vihtijärven mukaan
 10 = " " " " " " Siuntionjoen " "

Aika		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1959											
VI	1-15	60.56	4.50	16.5	66.14	250.00	-17.1	33.6			
	16-30	22.18	16.50	1.7	24.22	157.70	-12.4	14.1			
VII	1-15	43.83	6.00	11.1	47.67	142.50	-8.8	19.9			
	16-31	-5.71	38.40	-13.0	-18.09	80.00	-9.1	-3.9			
VIII	1-15	-7.03	36.00	-12.7	-22.27	75.00	-9.0	-3.7			
	16-31	-5.93	36.80	-12.6	-18.77	80.00	-9.2	-3.4	10.1	60	12.5
IX	1-15	-11.88	31.50	-12.7	-37.62	75.00	-10.2	-2.2	9.6	38	8.9
	16-30	-11.78	31.50	-12.7	-37.32	75.00	-10.4	-2.3	8.8	27	8.2
X	1-15	-12.36	31.50	-12.9	-39.14	75.00	-10.6	-2.3	5.7	23	6.9
	16-31	+31.83	25.60	+1.8	+34.77	80.00	-4.2	+6.0	5.9	18	6.5
XI	1-15	+25.57	21.00	+1.3	+27.93	75.00	-4.4	+5.7	5.9	14	6.5
	16-30	+52.53	12.00	+11.9	+57.53	75.00	-1.6	+13.5			

5.5 Säännöstelyn kustannukset

Lohjanjärveä säännöstellään tällä hetkellä Mustion koskessa olevalla padolla voimataloutta varten. Samat säännöstelylaitteet soveltuvat sellaisenaan käytettäväksi kohdassa 5.4 esitetyn säännöstelyohjeen muutoksen jälkeenkin. Tehokkaamman säännöstelyn aiheuttamina lisäkustannuksina on siis tarkasteltava ainoastaan säännöstelyohjeen muutoksen vaikutusta järven nykyiseen käyttöön.

Säännöstelyohjeen muutosehdotuksessa on (kuva 19) kasvukautena tapahtuvaa vedenpinnan alentamista hidastettu heinäkuun ensimmäisen ja syyskuun viimeisen päivien välisenä aikana. Tästä ei kuitenkaan aiheudu vahinkoa tai haittaa maataloudelle, sillä korkea vedenpinta muokkaus- ja kylvökautena estää joka tapauksessa kyseeseen tulevien ranta-alueiden viljelemisen. Myöskään ei muille intressiryhmille kuten esim. kalastajille ja uittajille aiheudu muutoksesta haittaa. Mikäli arvioimme asiaa vesistön virkistyskäytön kannalta on muutosta pidettävä jopa hyödyllisenä.

6. Yhdistelmä eri vaihtoehtojen kustannuksista

Taulukossa 14 on esitetty eri vaihtoehtojen kustannukset. Vuosikustannukset on laskettu sitä alivirtaaman parannusta kohti, mikä kyseisellä hankkeella on aikaansaataavissa. Lisäksi on huomattava, että Vantaan- ja Karjaanjoen osalta ei ole laskettu nykyisen säännöstelyn aiheuttamia kustannuksia mukaan, vaan arviot kuvaavat ainoastaan uusien toimenpiteiden aiheuttamia lisäkustannuksia.

Taulukko 14

Säännöstelyn ja vedensiirron kustannukset

NQ_N = Nykyinen alivirtaamaNQ_T = Tavoite-alivirtaama

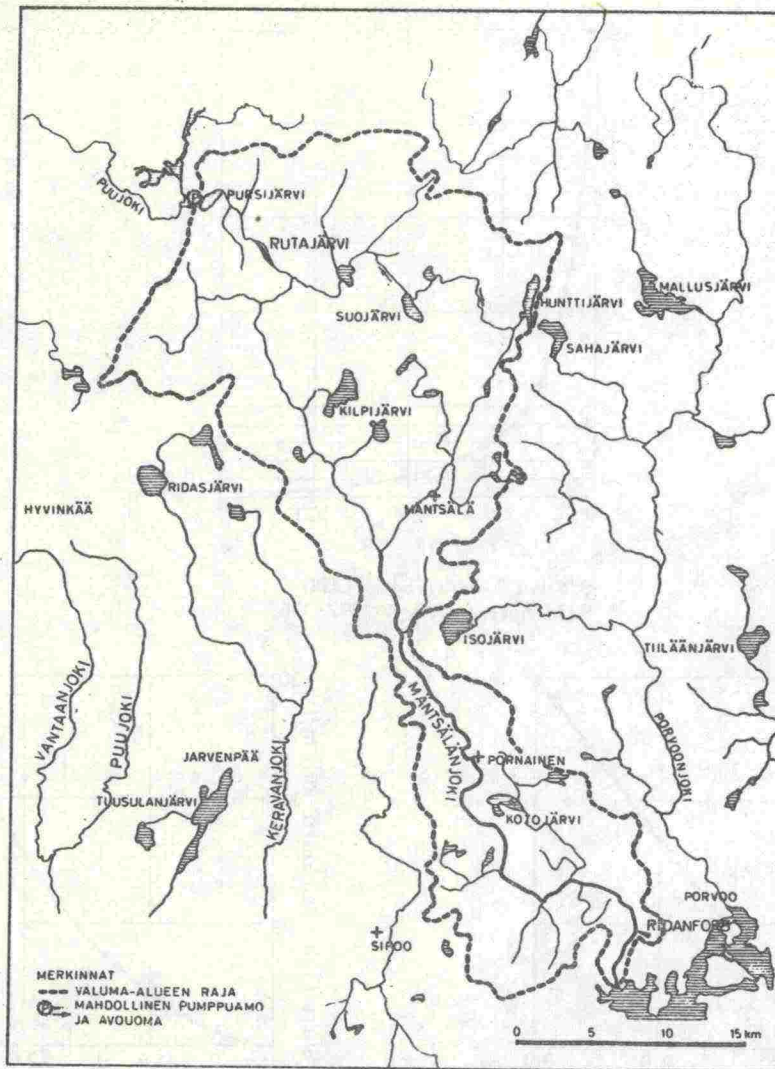
Vesistö	NQ _N m ³ /s	NQ _T m ³ /s	Säännöstely kustannukset mk/m ³ v	NQ _T m ³ /s	Vedensiirto kustannukset mk/m ³ v
Mäntsälänjoki	0,1	1,4	750.000	2,5	193.000
Vantaa	2,25	-	-	5,0	410.000
Siuntionjoki	0,2	0,8	64.000	2,0	188.000
Karjaanjoki	4,0	7,0	0	-	-

Pääomakustannukset

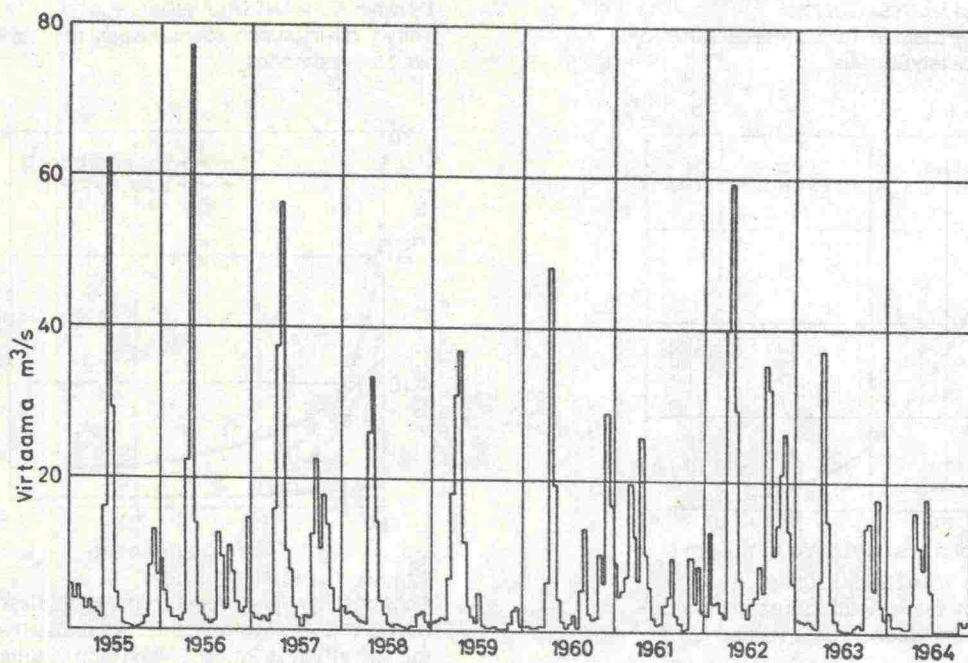
Vesistö	Säännöstely mk/m ³	Vedensiirto mk/m ³
Mäntsälänjoki	4.850.000	1.430.000
Vantaa	-	2.420.000
Siuntionjoki	815.000	610.000
Karjaanjoki	0	-

Verrattaessa kustannuksia keskenään voidaan todeta, että ne vaihtelevat suuresti. Halvinta Lohjanjärven säännöstelyohjeen muutoksella ja kalleinta Mäntsälänjoen tekoaltaiden rakentamisella.

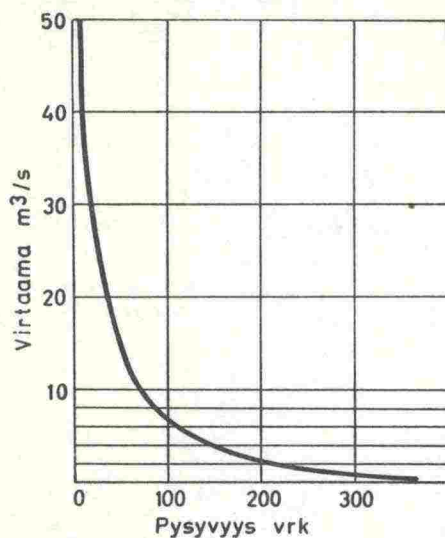
Mäntsälänjoen osalta on vedensiirto ehdottomasti halvempi ratkaisu kuin säännöstely. Tämä johtuu kahdestakin seikasta, ensiksikin Mäntsälänjoen vesistöalueelta puuttuvat luonnolliset säännöstelyaltaat ja toiseksi sekä Porvoon jokeen laskeva Isojärvi että Sorängsbäcken'in tekoallas vaativat melko suuret perustamiskustannukset.



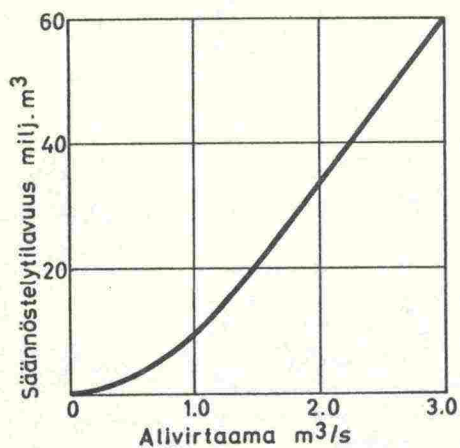
B/Kuva 1. MÄNTSÄLÄNJOEN VESISTÖALUE



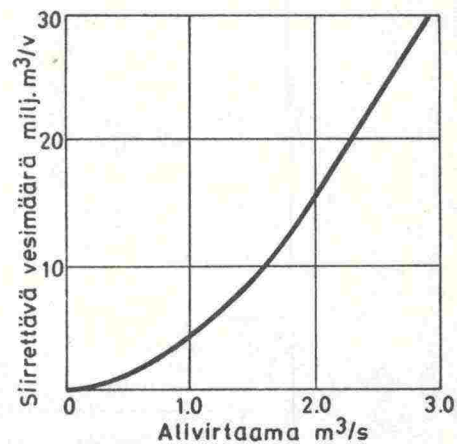
B/Kuva 2. MÄNTSÄLÄNJOEN. Virtaamien puolikuukautiset keskiarvot



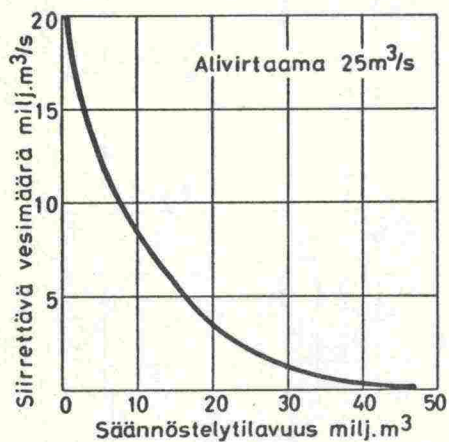
B/Kuva 3. MÄNTSÄLÄNJOKI
Virtaamien pysyvyys 1932 - 1960



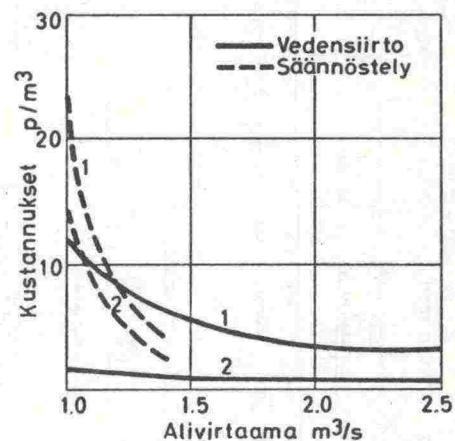
B/Kuva 4. MÄNTSÄLÄNJOKI
Tietyn alivirtaaman takaamiseen tarvittava säätötilavuus



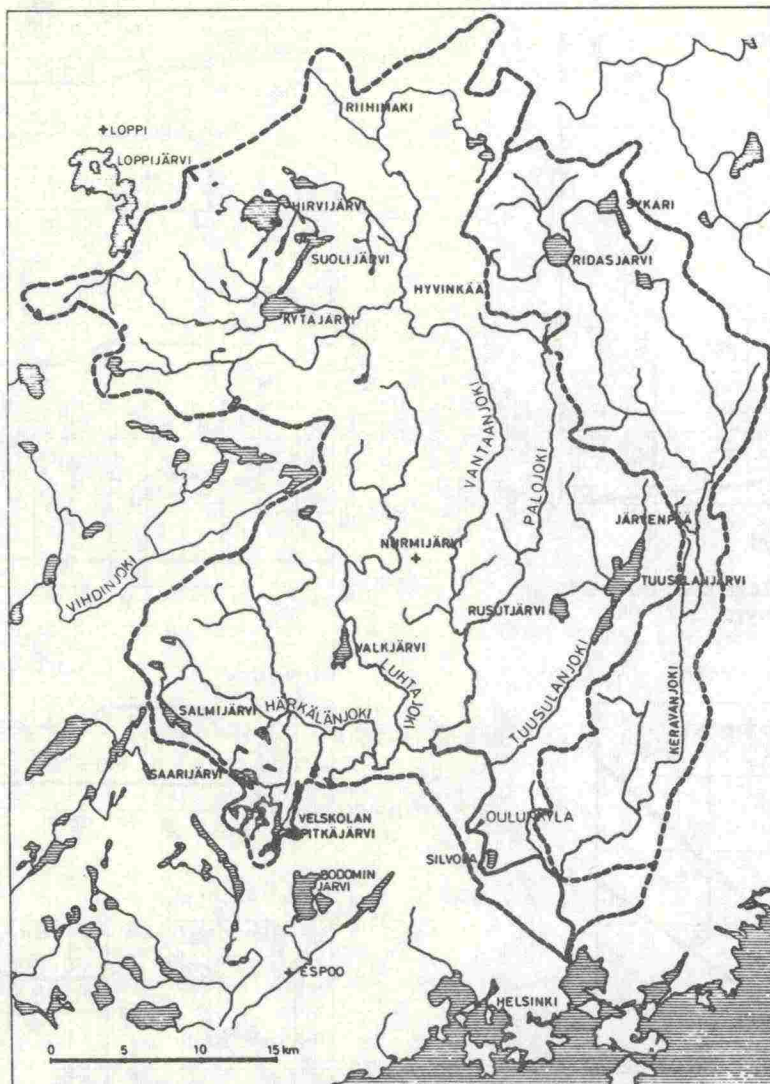
B/Kuva 5. MÄNTSÄLÄNJOKI
Tietyn alivirtaaman takaamiseen tarvittava lisävesimäärä



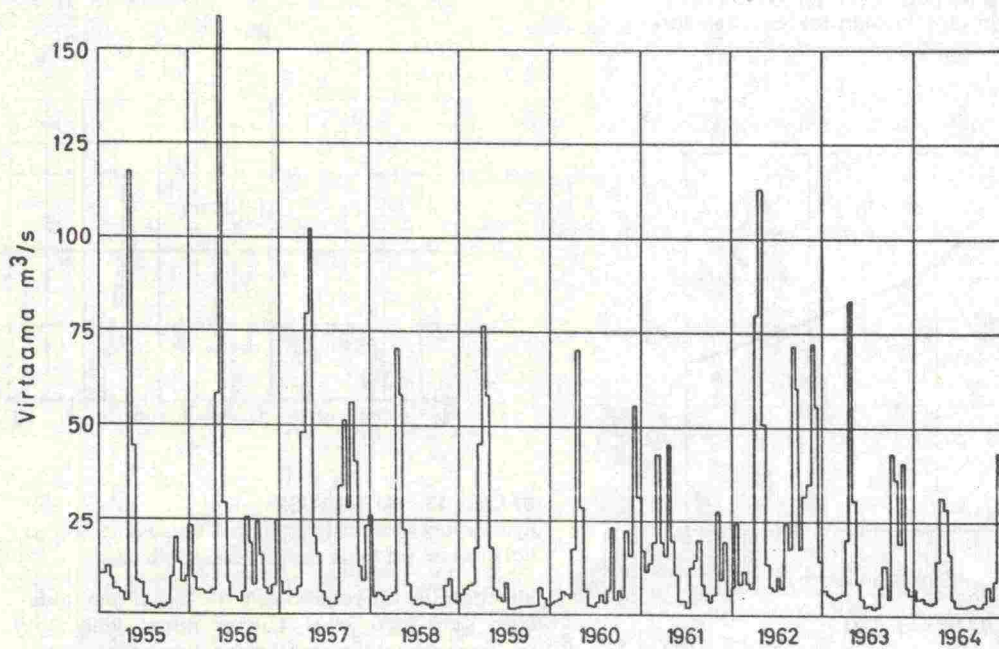
B/Kuva 6. MÄNTSÄLÄNJOKI
Tietyn alivirtaaman takaamiseen tarvittava säätötilavuus ja lisävesimäärä 1945 - 1964



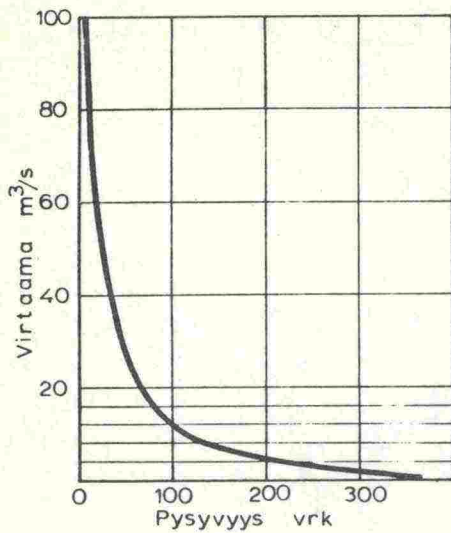
B/Kuva 7. MÄNTSÄLÄNJOKI
Säätöstelyn ja vedensiirron kustannukset
Käyrä 1 kuvaa kustannuksia säätösteltyä tai siirrettyä ja käyrä 2 käyttöön saatua vesikuutiometriä kohti



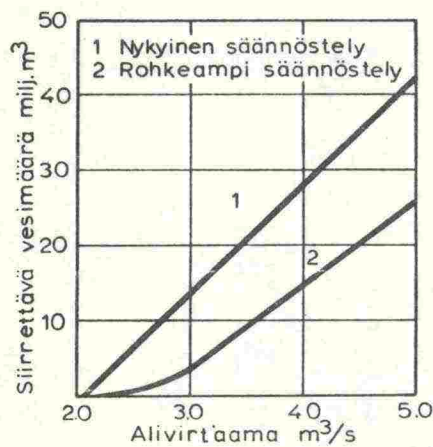
B/Kuva 8. VANTAANJOEN VESISTÖALUE



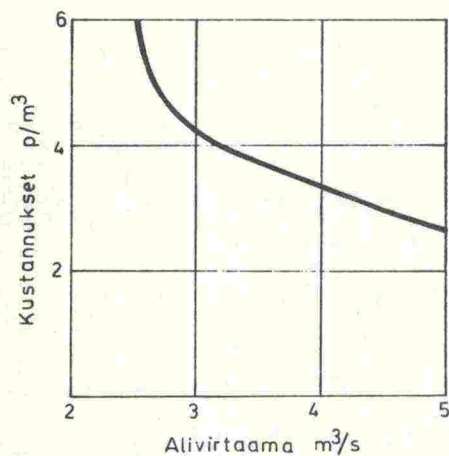
B/Kuva 9. VANTAANJOKI, Oulunkylä. Virtaamien puolikuukautiset keskiarvot



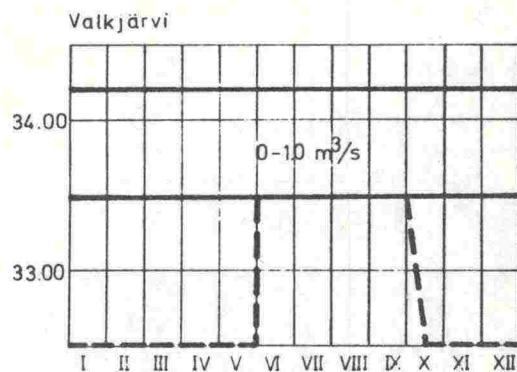
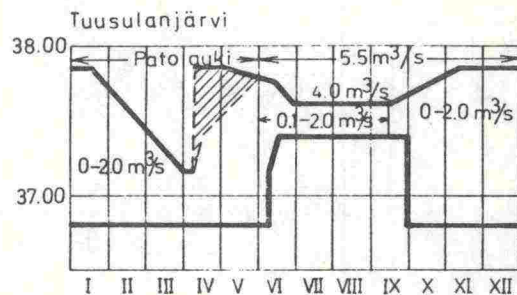
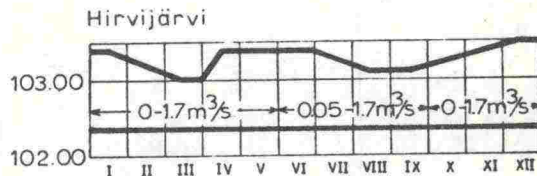
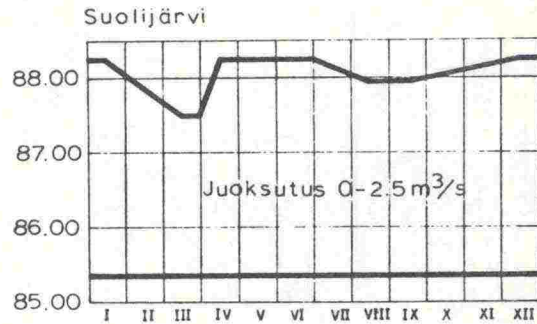
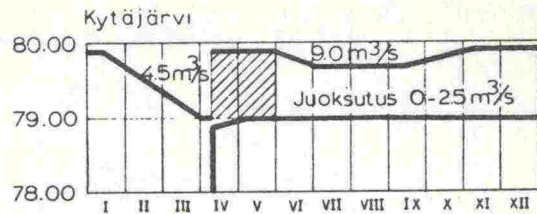
B/Kuva 10. VANTAANJOKI, Oulunkylä
Virtaamien pysyvyys 1937-1958



B/Kuva 11. VANTAANJOKI, ennen Keravanjoen laskua. Tietyin alivirtaaman takaamiseen tarvittava lisävesimäärä

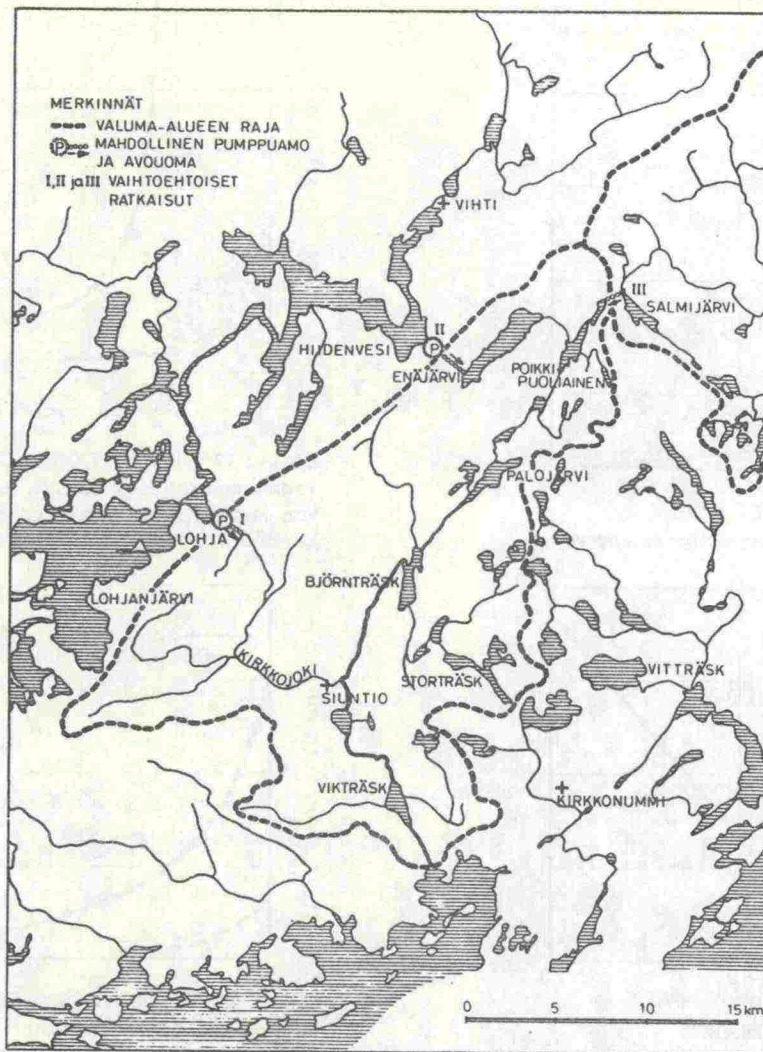


B/Kuva 12. VANTAANJOKI
Vedensiirron kustannukset siirrettyä vesikuutiometriä kohti

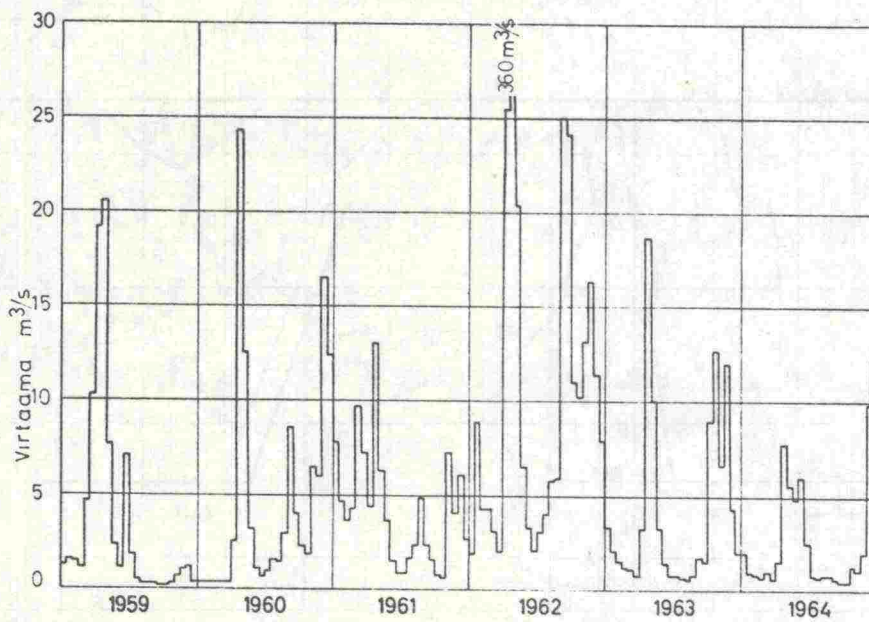


B/Kuva 13. VANTAANJOKI
Kytäjärven säännöstelyryhmän, Tuusulanjärven ja Valkjärven padotus ja juoksutussäännöt

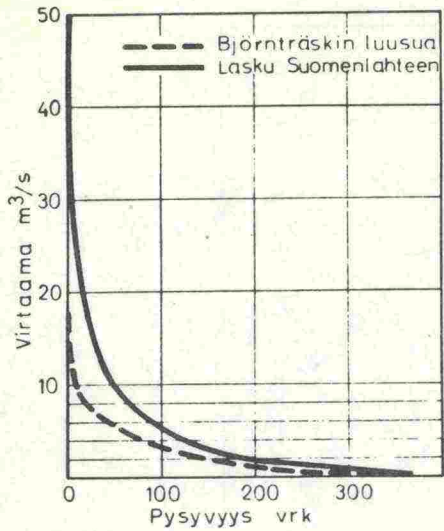
Viivoitetulla alueella: Jos V-10. IV=140 mm, pidetään pato auki siksi, kunnes padon välityskyky on saavuttanut samanaikaisen tulovesimäärän arvon.



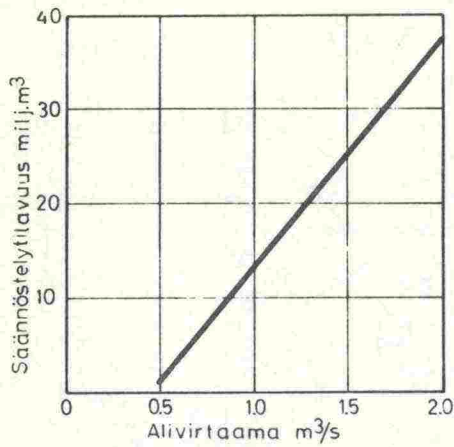
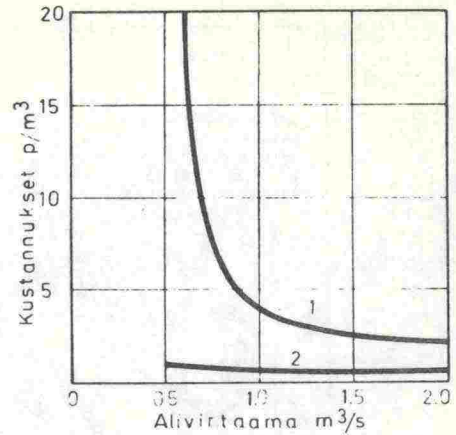
B/Kuva 14. SIUNTIONJON VESISTÖALUE



B/Kuva 15. SIUNTIONJOKI. Virtaamien puolikuukautiset keskiarvot

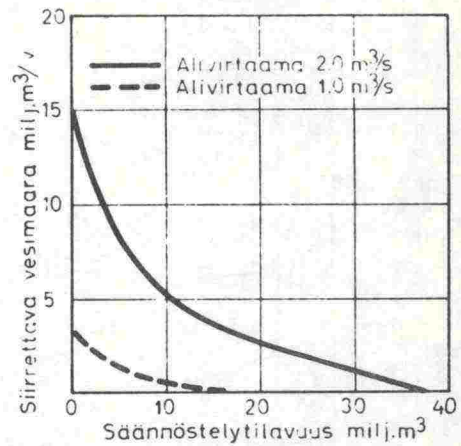


B/Kuva 16. SIUNTIONJOKI. Virtaamien pysyvyys

B/Kuvio 18. SIUNTIONJOKI
Tietyn alivirtaaman takaamiseen tarvittava säännöstelytilavuus

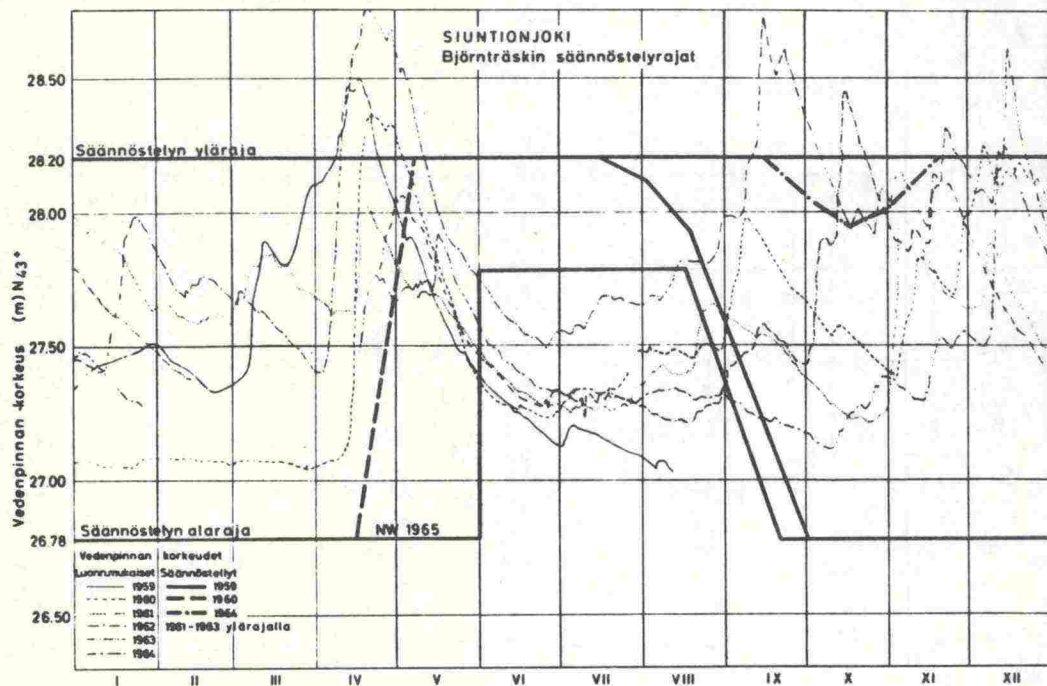
B/Kuva 17. SIUNTIONJOKI

Vedensiirron kustannukset. Käyrä 1 kuvaa kustannuksia siirrettyä ja käyrä 2 käyttöön saatua vesikuutiometriä kohti

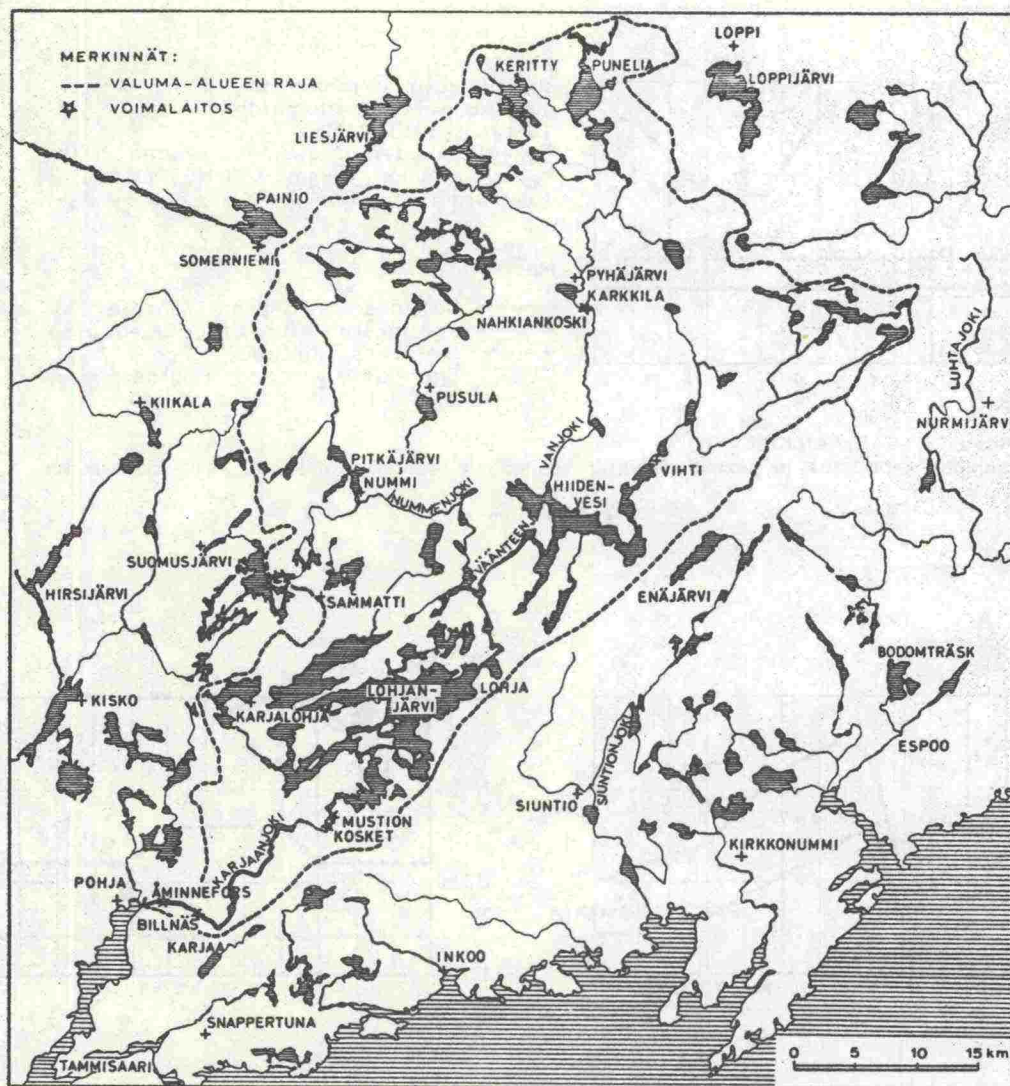


B/Kuva 19. SIUNTIONJOKI

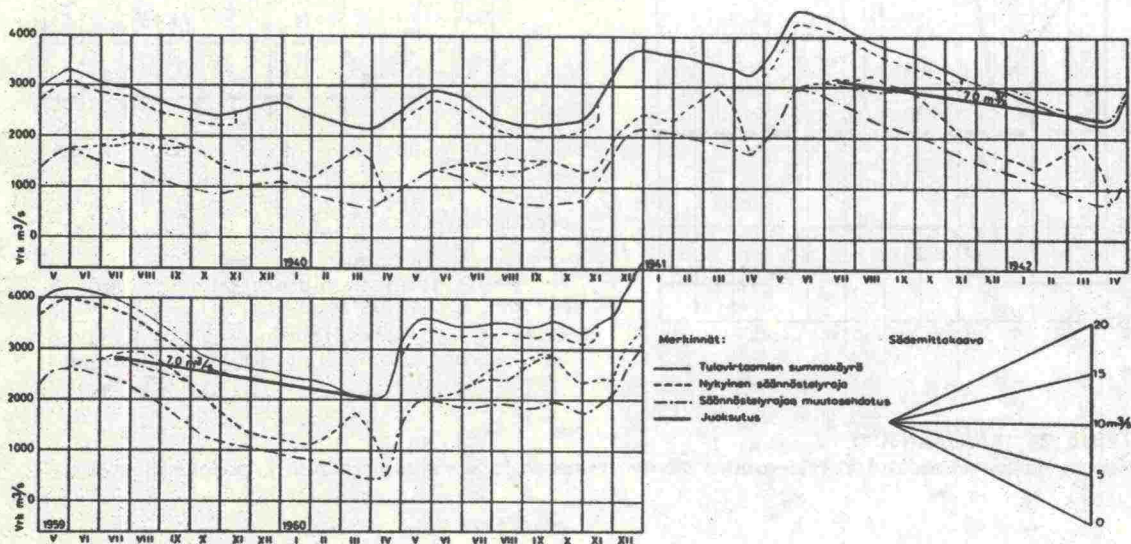
Tietyn alivirtaaman takaamiseen tarvittava säännöstelytilavuus ja lisävesimäärä.



B/Kuva 20. SIUNTIONJOKI, Björträskin säännöstelyrajat

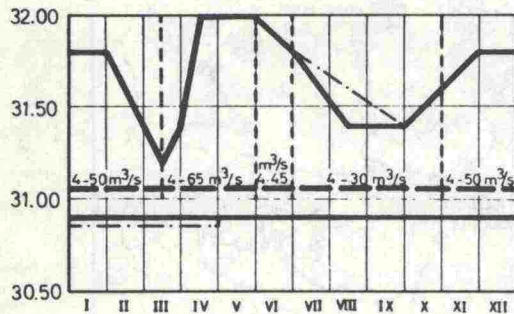


B/Kuva 21. KARJAANJOEN VESISTÖALUE



B/Kuva 22. KARJAANJOKI

Lohjanjärven ja Hiidenveden tulovirtaamien summaviiva vv. 1939-1942 ja 1959-1960



Juoksutettava virtaama saa alittaa $4 \text{ m}^3/\text{s}$ vain jos se on välttämätöntä alarajan alituksen välttämiseksi. Vedenkorkeuden ollessa korkeuden 31.00 m alapuolella on suurin sallittu juoksutusvesimäärä $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

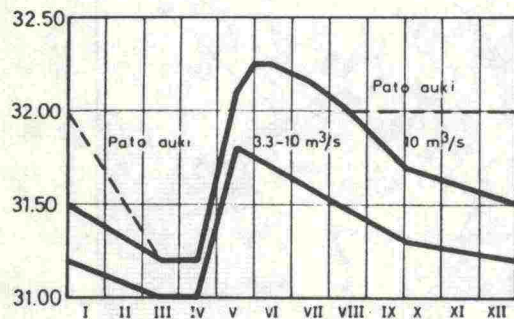
Merkinnät:

- Säännöstelyn ala- tai yläraja
- - - Säännöstelyn alaraja purjehduskautena
- - - Juoksutus muuttuu
- - - Säännöstelyohjeen muutosehdotus

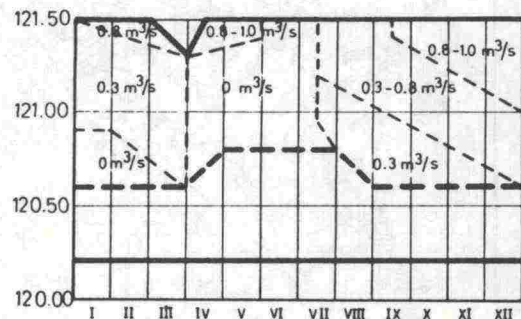
B/Kuva 23. KARJAANJOKI

Lohjanjärven padotus- ja juoksutussääntö Vesistötoimikunnan päätöksen (28.6.-56) mukaan.

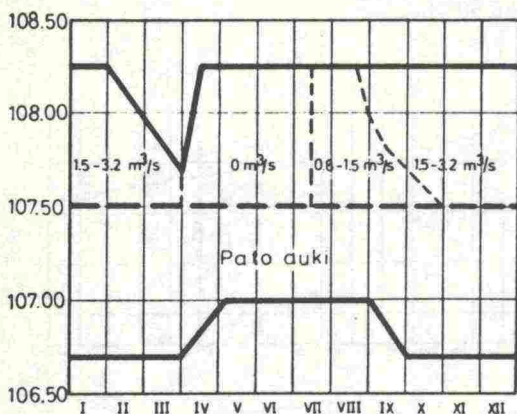
Hiidenvesi



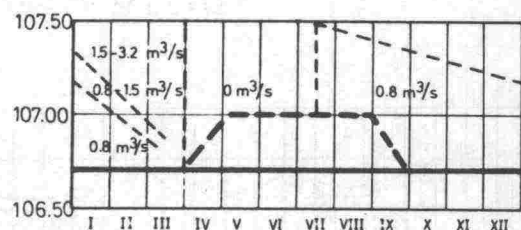
Keritty



Punelia



Sakara



Merkinnät:

- Säännöstelyn ala- tai yläraja
- - - Padotuksen alaraja uiton aikana
- - - Juoksutus muuttuu

Uiton aikana juoksutetaan Kerityn Punelian ja Sakaran säännöstelypadoista vähintään $0.75 \text{ m}^3/\text{s}$

B/Kuva 24. KARJAANJOKI

Helsingin kaupungin ehdotukset Hiidenveden, Kerityn, Punelian ja Sakaran juoksutus- ja padotussäännöiksi

Sivu

Liite C. Kymijoen sekä Kokemäenjoen vesistöjen
vedenjakaja-alueen vesien käyttö
vedenhankintaan

1. Vedenkeräysalue	2
2. Hydrologiset havainnot	3
3. Laskentakausi	6
4. Virtaamatietojen täydentäminen	7
5. Vesimäärälaskelmat	14

1. Vedenkeräysalue

Suunniteltu vedenkeräysalue käsittää Kokemäenjoen sekä Kymijoen vesistöjen vedenjakaja-alueita. Pääosan alueesta muodostavat Hauhon reitin vedet Kukkiajärven luusuasta ylöspäin. Reitin tämän osan pinta-ala on 835 km^3 ja järvisyys 19,3 %.

Aluetta vaihteittain lisättäessä tultaisiin käyttämään myös Lummeneesta sekä Vesijaosta Päijänteeseen purkautuva vesi. Vedentarpeen edelleen kasvaessa tullee kysymykseen veden ottaminen Hauhon reitin pohjoispuolella olevista Pääskylänjoen kautta Längelmäveteen purkautuvista vesistä. Tämän vesistöalueen ala on 240 km^2 ja järvisyys 17,0 %.

Edellä mainittujen lisäksi on suunniteltu vedenkeräysalueeseen liitettäviksi myöskin Pääskylänjoen vesistöalueen luoteispuolella olevan Isojärven vesistöalueen vedet Isojärven luusuasta ylöspäin. Tämän vesistöalueen pinta-ala on 135 km^2 ja järvisyys 17,3 %. Erikoisesti on pantava merkille Isojärven hyvä soveltuvuus säännöstelyaltaaksi.

Isojärven kaltaisena reservinä voitaisiin myös käyttää Pääskylänjoen alueen länsipuolella olevaa Västilänjoen kautta Längelmäveteen purkautuvaa vesistöaluetta. Alueen pinta-ala on tosin pieni, noin 45 km^2 , mutta Iso- sekä Vähä-Löytäneen muodostamaa allasta, yhteensä $9,3 \text{ km}^2$, voitaisiin ehkä käyttää erikoisen kuivia kausia varten reservitilana.

Kun edelläesitetyltä alueelta ei kaikkein kuivimpina kausina saataisi ilmeisesti tarvetta täyttävää vesimäärää, olisi tilapäisen vedensiirron mahdollisuus varattava esitetyn systeemin ulkopuolelta. Tällaisena mahdollisuutena on tässä otettu huomioon Pälkänevedestä Kukkiajärveen tapahtuva vedensiirto. Pälkäneen oma vesistöalue on vain 225 km^2 , mutta koska se liittyy samassa tasossa olevaan Mallasveteen, jonka koko vesistöalue on suuruudeltaan 4.430 km^2 , edustaa se varsin suurta vesireserviä.

Vedenhankinta-alueen kartasta (Kuva 1) ja kaaviopiirroksesta (Kuva 2) nähdään kyseiset vesistöalueet, järvireitit, järvien nimet sekä niiden korkeussuhteet.

2. Hydrologiset havainnot

Vesimäärälaskelmia tehtäessä on jouduttu toteamaan, että kyseisistä vesistöistä tehdyt hydrologiset havainnot ovat varsin puutteelliset.

Kukkiajärvestä on vedenkorkeushavaintoja v:sta 1911 alkaen aina vuoteen 1933 saakka, ja samalta kaudelta on olemassa tiedot järvestä purkautuneista vesimääristä (Taulukko 1).

Taulukko 1

Virtaaman keski- ja ääriarvoja Hydrologisen toimiston mukaan, m^3/s .
Kokemäenjoki, Kukkiajärvi, Puutikkala (asteikko N:o 12)

$$F = 835 \text{ km}^2$$

$$L = 19,3 \%$$

Virtaaman kuukausikeskiarvot (vv. 1911 - 30) MNQ-arvea pienemmät arvot alleviivattu

Vuosi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1911	4.6	3.8	3.6	4.6	12.2	10.2	6.5	3.9	3.7	4.3	8.2	11.2
2	9.5	7.2	6.0	7.2	11.0	12.8	9.8	5.9	6.1	8.8	9.6	10.7
3	10.1	7.5	6.2	7.4	11.2	9.6	7.2	5.1	4.6	3.6	4.0	5.4
4	4.6	3.8	4.2	5.5	7.7	8.1	5.0	<u>3.1</u>	<u>2.4</u>	<u>2.2</u>	<u>2.0</u>	<u>2.6</u>
5	<u>2.9</u>	<u>2.9</u>	<u>2.7</u>	<u>3.1</u>	5.5	8.1	7.2	5.2	4.4	5.5	5.8	6.2
6	5.6	4.6	3.5	4.9	13.1	12.8	9.9	6.7	5.9	5.3	7.7	9.1
7	8.1	6.5	4.9	4.6	7.0	6.6	5.2	<u>3.0</u>	<u>2.8</u>	4.0	5.7	7.5
8	7.8	6.6	5.0	4.7	7.4	5.6	4.3	<u>3.1</u>	<u>2.8</u>	3.4	4.1	4.7
9	5.1	5.1	4.3	5.0	8.9	7.5	6.3	4.5	3.3	<u>3.0</u>	<u>3.0</u>	<u>2.9</u>
1920	<u>2.9</u>	<u>2.9</u>	<u>2.9</u>	7.4	13.7	10.8	6.6	4.9	3.7	<u>2.7</u>	<u>2.4</u>	<u>2.4</u>
1911-20	6.1	5.1	4.3	5.4	9.8	9.2	6.8	4.5	4.0	4.3	5.2	6.3
1921	<u>2.5</u>	<u>2.5</u>	<u>2.7</u>	5.1	6.2	3.9	<u>3.0</u>	<u>2.6</u>	<u>2.0</u>	<u>1.8</u>	<u>2.0</u>	<u>1.9</u>
2	<u>1.8</u>	<u>2.1</u>	<u>2.1</u>	<u>2.6</u>	9.0	11.4	10.0	7.5	6.9	6.6	6.4	4.3
3	3.5	3.4	3.4	3.6	8.1		10.6	8.0	8.3	11.0	15.3	15.6
4	12.8	10.2	8.3	7.4	13.2	16.2	13.6	8.9	6.2	9.0	9.7	9.9
5	10.8	10.1	8.6	7.6	8.8	7.7	6.3	4.3	3.6	4.2	5.5	6.7
6	6.9	6.3	5.7	6.2	12.0	12.2	8.7	5.4	4.3	4.2	4.8	6.3
7	6.5	6.3	6.0	7.4	12.1	15.4	12.2	9.1	6.7	6.0	6.5	6.9
8	6.3	5.9	5.4	6.3	11.1	12.8	10.6	8.5	7.4	8.3	12.1	13.4
9	11.7	9.0	6.9	6.0	7.5	11.3	10.3	9.2	9.1	11.2	13.2	13.9
1930	14.9	13.6	9.6	8.0	7.1	5.5	3.4	<u>2.3</u>	<u>2.3</u>	<u>2.2</u>	3.7	6.2
1921-30	7.8	6.9	5.9	6.0	9.5	10.8	8.9	6.6	5.7	6.4	7.9	8.5
1931	6.8	6.7	5.9	5.7	11.6	12.9	9.3	6.5	5.7	5.0	5.3	4.8
2	5.0	6.0	5.5	7.2	14.6	15.2	10.3	7.0	5.3	5.2	6.0	7.5
1933	8.3	7.6	6.4	7.5	8.4	6.6	3.9	3.6	<u>2.8</u>	<u>2.5</u>	<u>2.7</u>	<u>2.4</u>
1931-33	6.7	6.8	5.9	6.8	11.5	11.6	7.8	5.7	4.6	4.2	4.7	4.9
1911-30	6.9	6.3	5.4	6.1	10.3	10.5	7.8	5.6	4.8	5.0	5.9	6.6

(Taulukko jatkuu seur. siv.)

Taulukko 1 (jatkoa)

Virtaaman ääri- ja vuosikeskiarvot

Vuosi	MQ	HQ	MHQ	MNQ	NQ	50 %	75 %	K-N:o
1911	6.4	13.2			3.4			229.1
2	8.7	13.2			4.8			"
3	6.8	12.0			3.4			"
4	4.3	8.9			2.0			"
5	5.0	8.7			2.6			"
6	7.4	14.6			3.0			"
7	5.5	8.7			2.2			"
8	5.0	8.2			2.7			"
9	4.9	9.5			2.7			"
1920	5.3	14.2			2.3			"
1911-20	5.9	14.6	11.1	2.9	2.0	5.3	3.7	"
1921	3.0	6.9			1.6			"
2	5.9	12.0			1.7			"
3	8.6	16.2			3.3			"
4	10.5	17.0			5.6			"
5	7.0	11.0			3.5			"
6	6.9	13.8			3.4			"
7	8.4	16.0			5.6			"
8	9.0	14.0			4.8			"
9	10.0	14.4			5.6			"
1930	6.5	15.4			2.1			"
1921-30	7.6	17.0	13.7	3.7	1.6	7.2	4.9	"
1931	7.2	14.2			4.1			"
2	7.9	17.0			4.1			"
1933	5.2	8.5			2.2			"
1931-33	6.8	17.0	13.2	3.5	2.2			"
1911-30	6.8	17.0	12.4	3.3	1.6			"

Vesijaosta ja Lummeneesta on vedenkorkeushavaintoja jo vuodesta 1911 alkaen, mutta koska molempien purkautuminen on jatkuvasti ollut myllyjen ja sahojen melko mielivaltaisesta juoksutuksesta riippuvainen, ei niiden virtaamia ole voitu määrittää.

Isojärvestä on samoin vedenkorkeustietoja aina vuodesta 1910 alkaen, mutta senkin lasku-uoma on padottu Kotakoskessa, josta käsin sitä säännöstellään voimantarpeen mukaan. Täten ei Isojärvenkään virtaamia ole pystytty määrittämään.

Pitkävedestä on vedenkorkeushavaintoja vuodesta 1910 alkaen ja siitä lasketaan Pääskylänjoesta on myös tehty virtaamahavaintoja vuodesta 1910 aina vuoteen 1937 saakka. Taulukossa 2 on esitetty näiden perusteella lasketut virtaamien keski- ja ääriarvot vv. 1910 - 1936.

Taulukko 2

Virtaaman keski- ja ääriarvoja Hydrologisen toimiston mukaan m^3/s
Kokemäenjoki, Pääskylänjoki, (asteikko N:o 4)

$F = 240 km^2$

$L = 17,0 \%$

Virtaaman kuukausikeskiarvot (vv. 1911 - 30)

MNQ-arvoa pienemmät arvot alleviivattu

Vuosi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1911	1.1	1.0	0.9	1.2	6.1	3.0	1.1	0.7	0.7	1.4	3.8	4.5
2	2.4	1.3	1.0	1.9	4.8	4.9	2.1	0.9	1.2	3.2	3.0	3.4
3	2.6	1.5	1.2	2.3	4.7	2.5	1.3	<u>0.7</u>	<u>0.6</u>	<u>0.5</u>	<u>0.6</u>	0.9
4	0.9	1.0	1.0	1.2	2.5	2.3	0.9	<u>0.5</u>	<u>0.5</u>	<u>0.4</u>	<u>0.4</u>	<u>0.6</u>
5	0.7	0.7	0.7	0.9	2.5	3.2	2.1	1.4	1.5	2.4	2.2	2.2
6	1.5	1.2	1.0	2.1	7.8	4.4	2.0	1.0	0.8	1.0	2.3	2.7
7	1.8	1.2	0.9	1.0	2.2	2.1	1.0	<u>0.6</u>	<u>0.6</u>	1.2	2.3	3.2
8	2.5	1.8	1.2	1.9	2.7	1.5	1.0	<u>0.6</u>	<u>0.6</u>	0.8	1.3	1.6
9	1.5	1.2	1.0	1.6	4.2	2.1	1.3	0.8	0.7	0.8	0.9	0.9
1920	0.9	0.9	0.9	4.9	7.8	3.7	1.3	0.9	0.7	<u>0.6</u>	<u>0.6</u>	<u>0.6</u>
1911-20	1.6	1.2	1.0	1.9	4.5	3.0	1.4	0.8	0.8	1.2	1.7	2.1
1921	<u>0.6</u>	<u>0.6</u>	0.7	2.9	3.2	1.2	0.8	<u>0.6</u>	<u>0.5</u>	<u>0.5</u>	<u>0.6</u>	0.7
2	0.8	0.7	0.7	1.0	6.0	4.5	2.1	1.4	1.5	1.2	1.4	1.5
3	1.5	1.5	1.2	1.1	4.1	5.2	3.7	1.9	2.4	4.4	7.0	5.6
4	3.7	2.1	1.5	1.3	5.6	6.5	4.9	1.9	1.3	3.0	3.3	3.0
5	3.4	2.2	1.6	1.6	2.8	1.9	1.2	0.8	<u>0.6</u>	0.8	1.2	1.2
6	1.1	1.0	1.0	1.1	5.7	4.4	1.6	0.8	0.7	0.7	1.0	1.4
7	1.2	1.2	1.2	1.8	6.1	7.9	3.9	3.1	2.1	2.6	3.4	2.3
8	1.5	1.2	0.9	1.7	6.5	5.2	3.2	2.2	1.6	1.6	3.7	4.6
9	2.7	1.5	1.0	0.9	2.5	3.8	2.1	1.3	1.5	2.7	4.0	4.8
1930	5.2	3.6	2.0	1.6	1.7	1.2	0.7	<u>0.6</u>	0.9	1.2	3.6	3.7
1921-30	2.2	1.6	1.2	1.5	4.4	4.2	2.4	1.5	1.3	1.9	2.9	2.9
1931	2.4	1.5	1.2	1.2	5.9	4.5	2.0	1.1	1.2	1.2	1.4	1.4
2	1.5	1.9	1.4	2.1	7.4	5.3	2.1	1.7	1.9	2.7	3.0	3.8
3	3.1	2.0	1.4	1.8	3.1	1.7	0.9	0.8	0.7	<u>0.6</u>	0.7	0.7
4	0.7	0.7	0.7	1.6	5.0	2.7	1.4	1.1	1.0	2.2	5.0	4.6
5	2.9	1.9	1.8	2.8	5.5	3.3	1.3	0.9	0.8	2.6	4.7	3.6
1936	2.8	2.1	1.5	2.0	7.1	4.7	1.9	1.2	1.0	1.0	2.0	2.4
1931-36	2.2	1.7	1.3	1.9	5.7	3.7	1.6	1.1	1.1	1.7	2.8	2.8
1911-30	1.9	1.4	1.1	1.7	4.5	3.6	1.9	1.2	1.1	1.5	2.3	2.5

(Taulukko jatkuu seur. siv.)

Taulukko 2 (jatkoa)

Virtaaman ääri- ja vuosikeskiarvot

Vuosi	MQ	HQ	MHQ	MNQ	NQ	50 %	75 %	K-n:o
1911	2.1	7.1			0.6			225.1
2	2.5	5.8			0.7			"
3	1.6	5.6			0.5			"
4	1.0	2.9			0.4			"
5	1.7	3.5			0.6			"
6	2.3	8.6			0.7			"
7	1.5	3.5			0.4			"
8	1.5	3.4			0.6			"
9	1.4	4.8			0.7			"
1920	2.0	8.9			0.6			"
1911-20	1.8	8.9	5.4	0.6	0.4	1.2	0.8	"
1921	1.1	4.0			0.4			"
2	1.9	6.9			0.7			"
3	3.3	7.4			1.0			"
4	3.2	7.9			1.1			"
5	1.6	3.8			0.6			"
6	1.7	6.4			0.6			"
7	3.1	9.2			1.0			"
8	2.8	7.7			0.8			"
9	2.4	5.2			0.9			"
1930	2.2	5.5			0.6			"
1921-30	2.3	9.2	6.4	0.8	0.4	1.6	1.0	"
1931	2.1	6.6			1.0			"
2	2.9	8.6			1.2			"
3	1.4	3.6			0.6			"
4	2.2	5.6			0.7			"
5	2.7	5.8			0.7			"
1936	2.5	7.6			0.9			"
1931-36	2.3	8.6	6.3	0.8	0.6	1.7	1.1	"
1911-30	2.1	9.2	5.9	0.7	0.4			"

3. Laskentakausi

Jotta saataisiin mahdollisimman selvä kuva vesistön virtaamien vaihte-
luista, on käytetty apuna sellaista vesistöä, josta on tehty havaintoja
jo pitemmän kauden kuluessa. Vertailukohteina käytettyjen Kymijoen ve-
sistöön kuuluvan Kalkkisten virtaamatietojen perusteella on laskenta-
kaudeksi valittu vv. 1916-1950.

Tähän 35-vuotiskauteen sisältyy myöskin erittäin kuiva jakso 1939-1942, jonka vertaista kautta ei vesistöistämme tehtyjen havaintojen aikana ole muulloin esiintynyt.

4. Virtaamatietojen täydentäminen

4.1 Kukkia - Kuohijärvi

Suunnitellulla vedenkeräysalueella suoritettut havainnot päättyvät jo v. 1933, ja tiedot esim. vv. 1939-1942 kuivakaudelta puuttuvat kokonaan. Tästä johtuen on virtaamatietoja pyritty täydentämään vertailuvesistön avulla. Tällaiseksi vesistöksi on paremman puuttuessa jouduttu valitsemaan Kymijoen vesistöön kuuluva Ala-Räävelin ja Sulkavankosken kautta purkautuva vesistöalue, jonka pinta-ala on 870 km^2 ja järvisyys 17,3 %, ja joka siis kokonsa, järvisyytensä ja sijaintinsa puolesta täyttää Kukkia - Kuohijärven vesistöalueen vertailuvesistölle asetettavat vaatimukset.

"Hydrografisen toimiston tiedonantoja XV" mukaan on kummankin alueen, sekä vedenhankinta-alueen että ko. vertailuvesistöalueen valuma vuosina 1911-1950 ollut keskimäärin $8 - 9 \text{ l/s km}^2$. Samoin on kummankin alueen vuotuinen sademäärä sanottuna kautena noin 575 mm ja vuotuinen haihdunta keskim. 300 - 350 mm. Näinollen on Sulkavankosken vesistön käyttäminen vertailuvesistönä varsin perusteltavissa.

Kukkiajärven (taulukko 1) ja Ala-Räävelin (Kts. seur. sivulla taulukko 3) menovirtaamia vertailtaessa huomataan kuitenkin, että Sulkavankosken kautta purkautuvat vesimäärät ovat hieman pienempiä kuin Kukkiajärvestä purkautuvat vesimäärät. Tämä suhde on noin 1,0:1,1. Vaikka kummassakin vesistössä vaikuttaa bifurkaatioilmiö, näyttää sen vaikutus Sulkavankosken vesistössä olevan suhteellisesti suurempi. Kun lisätään kohdassa 4.2 esitetyllä tavalla lasketut Lummeneesta ja Vesijaosta Päijänteeseen purkautuvat vesimäärät Kukkiajärven tulovirtaamiin, on vesistöjen tulovirtaamien suhde 1,0:1,4.

Taulukko 3

Virtaaman keski- ja ääriarvoja Hydrologisen toimiston mukaan m^3/s
 Kymijoki, Sulkavankoski, (asteikko N:o 68); $F = 870 \text{ km}^2$ $L = 17.3 \%$

Virtaaman kuukausikeskiarvot (vv. 1911 - 30 MNQ - arvoa pienemmät arvot alleviivattu)

Vuosi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1911	2.6	2.5	2.5	3.5	23.1	9.5	3.5	1.4	1.4	1.8	8.3	13.1
2	7.8	5.3	4.4	9.0	19.0	16.1	7.4	2.6	3.0	6.5	8.3	13.1
3	9.8	5.8	4.4	9.8	15.0	7.6	3.7	2.0	1.5	<u>1.1</u>	1.5	3.0
4	2.7	3.6	4.4	5.6	11.7	8.3	2.8	1.4	<u>1.2</u>	<u>1.1</u>	<u>1.1</u>	1.8
5	2.0	2.1	2.2	3.4	10.0	9.8	4.9	2.8	2.4	3.1	3.9	4.9
6	4.0	3.5	3.0	6.3	18.5	12.8	7.0	3.1	2.3	2.4	4.9	7.0
7	4.2	2.6	1.9	3.9	10.6	5.6	1.8	0.8	<u>1.0</u>	1.8	3.6	9.2
8	7.6	5.8	3.5	9.0	11.7	3.7	1.4	<u>0.9</u>	<u>1.0</u>	1.8	4.8	5.1
9	4.9	3.6	2.8	6.8	17.3	5.4	5.8	2.0	<u>1.3</u>	<u>1.3</u>	1.5	2.0
1920	1.7	1.5	2.4	17.9	22.0	7.6	2.3	1.4	<u>1.1</u>	<u>1.0</u>	<u>1.0</u>	<u>1.0</u>
1911-20	4.7	3.6	3.2	7.5	15.9	8.6	4.1	1.8	1.6	2.2	3.9	6.0
1921	<u>1.1</u>	<u>1.3</u>	<u>1.3</u>	7.8	6.5	2.0	1.5	1.8	<u>1.1</u>	<u>1.0</u>	1.9	2.7
2	3.5	2.6	2.4	3.9	27.6	16.1	9.2	5.3	5.1	7.2	7.6	8.0
3	7.0	5.3	2.5	2.5	15.8	13.5	5.8	2.0	4.8	9.5	19.0	15.8
4	9.0	5.3	3.7	5.3	25.0	19.9	11.1	3.7	1.6	2.3	5.1	7.8
5	10.3	6.8	5.1	7.2	10.6	5.1	2.0	<u>1.1</u>	<u>1.1</u>	3.0	9.2	5.6
6	3.7	2.9	2.6	3.2	23.8	14.4	4.0	1.5	<u>1.2</u>	<u>1.2</u>	1.9	2.9
7	2.2	1.7	2.5	6.2	21.7	22.0	7.6	2.9	2.5	5.1	11.4	6.5
8	3.9	2.7	2.4	4.8	19.6	11.7	5.8	4.2	6.2	14.0	18.5	15.8
9	8.3	4.2	2.8	2.5	10.0	15.5	8.3	4.3	3.7	7.8	12.2	15.0
1930	17.3	11.1	5.4	5.4	7.0	3.4	<u>1.3</u>	<u>1.0</u>	<u>0.9</u>	<u>1.0</u>	3.2	6.8
1921-30	6.6	4.4	3.1	4.9	16.8	12.4	5.7	2.8	2.8	5.2	9.0	8.7
1911-30	5.7	4.0	3.2	6.2	16.4	10.5	4.9	2.3	2.2	3.7	6.5	7.4
1931	3.5	2.4	2.1	2.8	20.5	10.3	3.5	2.1	1.8	1.5	1.9	1.7
2	2.2	4.3	3.6	7.0	21.4	12.5	3.9	1.7	1.3	1.7	2.7	7.2
3	7.2	3.9	2.9	5.4	8.3	3.5	<u>1.3</u>	<u>1.1</u>	<u>1.0</u>	<u>1.1</u>	<u>1.2</u>	<u>1.2</u>
4	1.5	1.4	1.5	3.6	11.9	5.4	6.7	12.8	5.2	8.5	20.4	16.7
5	10.3	6.8	6.8	11.0	18.6	10.7	4.5	3.1	6.2	24.0	21.0	14.8
6	11.5	8.9	4.9	8.7	25.4	14.9	5.6	2.7	1.8	3.2	10.2	10.1
7	12.8	7.5	5.5	9.5	15.4	8.6	2.2	<u>1.1</u>	<u>1.3</u>	2.4	2.4	2.9
8	4.2	4.8	5.3	14.8	20.8	12.2	5.5	2.4	1.5	2.1	8.8	11.5
9	6.5	5.3	5.1	7.5	17.0	7.4	2.7	2.0	1.2	0.9	1.0	1.1
1940	<u>1.1</u>	<u>1.0</u>	<u>0.9</u>	<u>1.0</u>	3.7	2.7	1.5	<u>0.9</u>	<u>0.8</u>	<u>1.3</u>	2.6	5.6
1931-40	6.1	4.6	3.9	7.1	16.3	8.8	3.7	3.0	2.2	4.7	7.2	7.3
1941	3.9	2.3	1.7	<u>1.2</u>	4.2	4.8	2.2	<u>0.9</u>	<u>0.8</u>	<u>0.7</u>	<u>0.8</u>	<u>0.8</u>
2	<u>0.9</u>	<u>0.8</u>	<u>0.8</u>	<u>1.2</u>	3.2	4.1	2.1	1.8	1.4	1.5	3.4	4.5
3	4.5	4.5	4.3	13.9	16.1	6.1	6.3	10.7	9.2	12.0	17.4	15.6
4	9.4	5.4	3.9	5.0	23.9	17.6	12.9	4.7	1.7	1.5	4.0	11.1
5	10.7	6.3	5.1	14.5	20.7	12.3	6.7	3.1	3.0	2.9	3.1	5.5
6	3.1	2.4	2.1	6.9	19.5	12.8	5.8	2.6	2.1	4.4	4.5	6.4
7	4.4	3.3	2.4	3.7	12.6	7.7	3.9	1.5	<u>0.8</u>	<u>0.6</u>	<u>0.6</u>	<u>0.8</u>
8	<u>1.0</u>	<u>1.0</u>	<u>1.0</u>	3.8	6.4	4.5	4.9	3.9	2.1	1.6	2.2	4.1
9	5.9	6.5	5.0	11.3	12.0	5.7	3.3	1.8	<u>1.3</u>	<u>1.2</u>	1.4	2.4
1950	3.8	3.0	2.3	14.3	17.8	9.1	3.6	1.8	1.6	3.5	6.8	12.7
1941-50	4.8	3.6	2.9	7.6	13.6	8.5	5.2	3.3	2.4	1.9	4.4	6.4

(Taulukko jatkuu seur. siv.)

Taulukko 3 (jatkoa)

Virtaaman ääri- ja vuosikeskiarvot

Vuosi	NQ	HQ	MHQ	MNQ	NQ	K-n: o
1911	4.6	27.3			1.2	57.1
2	7.8	22.0			1.9	"
3	4.4	19.0			1.0	"
4	3.1	13.7			1.1	"
5	3.9	11.1			1.9	"
6	5.4	19.9			1.7	"
7	3.2	11.7			0.7	"
8	3.9	17.9			0.9	"
9	3.7	22.8			1.2	"
1920	3.1	30.3			<u>0.9</u>	"
1911-20	4.3	30.3	19.6	<u>1.2</u>	<u>0.7</u>	"
1921	2.1	11.7			0.9	"
2	7.2	33.7			2.3	"
3	7.4	21.7			1.7	"
4	7.0	33.7			1.4	"
5	4.8	11.9			1.0	"
6	3.7	25.8			1.0	"
7	6.2	26.7			1.6	"
8	7.8	22.6			2.2	"
9	7.0	19.6			2.3	"
1930	4.0	18.7			0.9	"
1921-30	5.7	33.7	22.6	1.5	0.9	"
1911-30	5.0	33.7	21.1	1.4	0.7	"
1931	3.5	24.0			1.3	"
2	4.6	23.8			1.3	"
3	2.6	9.5			1.0	"
4	8.0	21.9			1.4	57.2
5	11.5	28.0			2.2	"
6	9.0	30.0			1.6	"
7	6.0	19.4			1.0	"
8	7.8	23.6			1.3	"
9	4.8	21.6			0.9	"
1940	1.9	5.9			0.7	"
1931-40	6.0	30.0	20.8	1.3	0.7	57.
1941	2.0	5.7			0.7	57.2
2	2.1	5.0			0.8	"
3	10.2	21.0			3.8	"
4	8.4	26.0			1.3	"
5	7.8	25.0			2.3	"
6	6.1	24.0			1.8	"
7	3.5	14.9			0.6	"
8	3.1	7.3			0.9	"
9	4.8	17.1			1.1	"
1950	6.7	24.0			1.5	"
1941-50	5.5	26.0	17.0	1.5	0.6	"

Purkautumiskohdissa eivät olosuhteet ole aivan samanlaiset allastilavuuk-
sien erilaisuuden vuoksi. Puutikkalanvirta purkautuu Kukkiajärven ja Kuo-
hijärven muodostamasta altaasta, jonka pinta-ala on lähes 90 km², kun taas
Sulkavankosken yläpuolella olevan Ala-Räävelin pinta-ala on vain 15 km².
Tästä johtuen on vertailtava vesistöjen alimpien altaiden tulovirtaamia
toisiinsa. Mutta lähemmin tarkastellen huomataan lisäksi, että Kukkia-
Kuohijärven sekä Ala-Räävelin tulovirtaamat nähtävästi vesistöjen eri-
laisen "rakenteen" vuoksi ovat eri kuukausina suhteellisesti erilaiset.
Näinollen on päädytty siihen, että on laskettu tulovirtaamien välinen
suhde kutakin kuukautta kohden (Taulukko 4).

Taulukko 4

1916 - 1931

kk	Ala-Räävelin tulovirtaama vrk m ³ /s	Kukkia-Kuohijärven tulovirtaama vrk m ³ /s	Tulovirtaamien suhde
I	225.50	334.43	1.50
II	130.54	221.20	1.70
III	120.66	207.24	1.70
IV	370.54	521.46	1.40
V	729.27	844.69	1.15
VI	368.42	428.55	1.15
VII	147.54	200.77	1.35
VIII	80.47	161.88	2.00
IX	105.32	232.66	2.20
X	205.76	369.63	1.80
XI	313.27	449.09	1.45
XII	295.81	399.11	1.35
I - XII	3 093.10	4 370.71	1.40

Käyttäen näitä kauden 1916 - 1931 kuukausikeskiarvojen suhdearvoja apuna
on nyt laskettu Ala-Räävelin tulovirtaamien perusteella kauden 1916 - 1931
Kukkia-Kuohijärven tulovirtaamat ottaen huomioon Lummeneen sekä Vesijaon
bifurkaatiot (- kts. kohdat 4.2 ja 5.2). Kun piirretään näiden perusteel-
la Kukkia-Kuohijärven tulovirtaaman keskiarvosta poikkeamisen summaviiva
vastaavan todellisen summaviivan rinnalle samaan koordinaatistoon (piir-
ros b kuvissa 3 ja 4) huomataan, että summaviivat suurimmalla osalla kaut-
ta ovat likimain yhteneväiset.

Tähän menetelmän tarkistustulokseen nojautuen on sitten laskettu edelleen
kauden 1932 - 1950 Kukkia-Kuohijärven tulovirtaamat taulukon 4 kertoimia

käyttäen. Näin on voitu osoittaa kuivan kauden 1939 - 1942 tulovirtaamien olleen noin 2/3 vedenkeräysalueella suoritettujen havaintojen jakson 1911 - 1933 kuivimman kauden 1920 - 1922 tulovirtaamista. Tätä 2/3-kerrointa on käytetty jäljempänä muidenkin vedenkeräysalueen osa-alueiden minimivirtaama-arvoja määriteltäessä.

4.2 Vesijaosta ja Lummeneesta Päijänteeseen virtaavan vesimäärän määrittäminen:

Lummeneen sekä Vesijaon puutteelliset virtaamatiedot ovat varsin epäluotettava pohja vesimäärälaskelmille vesissä tapahtuvan melko voimaperäisen säännöstelyn (myllyjä, sahoja) johdosta. Tämän vuoksi on Lummeneen purkautumiskohtien Pippurinjoen ja Porraskosken sekä Vesijaon purkautumiskohtien Sumperinvirran ja Palsankosken purkautumiskäyrien avulla karkeahkosti arvioiden katsottu kummankin altaan menovirtaaman jakautuvan kahtia molempien laskusuuntien kesken.

Mainitun kahtiajakautumisolettamuksen perusteella on laskettu suhteellinen valuma-alue, jolta vedet joutuvat Kymijoen vesistöön:

$$\text{Lummeneen sadealue } F = 125 \text{ km}^2$$

$$\text{Vesijaon } - " - F = 320 "$$

Kymijoen vesistöön virtaavan sadealueen osuus:

$$\frac{1}{2} \times 125 \text{ km}^2 = 62,5 \text{ km}^2$$

$$\frac{1}{2} \times \left[\frac{1}{2} \times 125 + (320 - 125) \right] = 128,7 "$$

$$\text{Yht. } 191,2 \text{ km}^2$$

Vesimäärät on sitten laskettu käyttäen vertailuperusteena Pääskylänjoen kuukausikeskivirtaamia (taulukko 2). Taulukon 2 arvoista on saatu kuukauden menovirtaama kertomalla kunkin kuukauden keskivirtaama kertoimella n:

Kuukauden menovirtaama = $n \times Q$ Pääskylänjoki

$$n = \frac{F_1}{F_2} \times 86\,400 \text{ s} \times a = \frac{191.2 \text{ km}^2}{240 \text{ km}^2} \times 86\,400 \text{ s} \times a; \quad a = \text{pv/kk}$$

$$n_{31} = 2.14$$

$$n_{30} = 2.07$$

$$n_{29} = 2.00$$

$$n_{28} = 1.94$$

Lasketut kuukausivesimäärät esitetään taulukossa 5:

Taulukko 5

Vesimäärät milj.m³ (Lummene - Päijänne) + (Vesijako - Päijänne)

Vuosi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1916	3.21	2.40	2.14	4.35	16.68	9.11	4.28	2.14	1.66	2.14	4.76	5.78
17	3.85	2.33	1.93	2.07	4.81	4.35	2.14	1.28	1.24	2.57	4.76	6.85
18	5.35	3.49	2.57	3.94	5.78	3.11	2.14	1.28	1.24	1.71	2.69	3.42
19	3.21	2.33	2.14	3.31	8.97	4.35	2.78	1.71	1.45	1.71	1.86	1.93
1920	1.93	1.80	1.93	10.15	16.68	7.66	2.78	1.93	1.45	1.28	1.24	1.28
1921	1.28	1.16	1.50	6.00	6.85	2.48	1.71	1.28	1.03	1.07	1.24	1.50
22	1.71	1.36	1.50	2.07	12.82	9.32	4.50	3.00	3.11	2.57	2.90	3.21
23	3.21	2.91	2.57	2.28	8.78	10.77	7.92	4.07	4.92	9.40	14.50	12.00
24	7.92	4.20	3.21	2.69	11.97	13.46	10.50	4.07	2.69	6.42	6.84	6.42
25	7.28	4.27	3.42	3.31	6.00	3.94	2.57	1.71	1.24	1.71	2.48	2.57
26	2.35	1.94	2.14	2.28	12.20	9.11	3.42	1.71	1.45	1.50	2.07	3.00
27	2.57	2.33	2.57	3.73	13.04	16.35	8.35	6.64	4.35	5.55	7.04	4.92
28	3.21	2.40	1.93	3.52	13.90	10.78	6.85	4.71	3.31	3.42	7.66	9.83
29	5.78	2.91	2.14	1.86	5.35	7.87	4.50	2.78	3.11	5.78	8.28	10.26
1930	11.13	6.98	4.28	3.31	3.64	2.48	1.50	1.28	1.86	2.57	7.45	7.92
31	5.14	2.91	2.57	2.48	12.62	9.32	4.28	2.36	2.48	2.57	2.90	6.20

4.3 Isojärvi

Pääskylänjoen virtaama-arvoja on käytetty hyväksi myöskin Isojärven kautta Päijänteeseen purkautuvia vesimääriä määritettäessä. Pääskylänjoen arvot on muutettu Isojärven luusuan virtaamiksi sadealueiden pinta-alojen suhteella kertoen.

5. Vesimäärälaskelmat

5.1 Suunnitellun vedenhankinnan ensimmäisessä vaiheessa tultaisiin käyttämään hyväksi Kukkia-Kuohijärven tulovirtaamia. Säännöstelyn kohteeksi joutuisi vain Kukkia-Kuohijärviallas. Koska Kukkiajärvi sekä Kuohijärvi ovat miltei samassa tasossa - yleensä Kuohijärvi on 2 - 3 cm korkeammalla kuin Kukkiajärvi - ja koska ne ovat yhteydessä melko avaran Kuohiojen välityksellä, on niitä käsitelty yhtenä altaana.

Säännöstelyaltaan pinta-ala on yhteensä 89.4 km^2 (Kukkiajärvi 53.0 km^2 ja Kuohijärvi 36.4 km^2). Säännöstelyrajoiksi on otettu kauden 1916 - 1931 HW- ja NW-arvot. Kun HW = 175 ja NW = 75, saadaan säännöstelytilavuudeksi 89.4 milj.m^3 .

Kukkia-Kuohijärven keskimääräiseksi tulovirtaamaksi saadaan $7.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Kun piirretään tulovirtaaman keskiarvosta poikkeamisen summaviiva (piirros a kuvissa 3 ja 4) ja käytetään em. säännöstelytilavuutta voidaan määrittää mahdollinen juoksutus. Kuivan kauden 1920 - 1922 suurimmaksi keskimääräiseksi juoksutukseksi saadaan n. $4 \text{ m}^3/\text{s}$, ja vv. 1939 - 1942 kuivaa kautta vastaavana aikana saadaan vettä siten lähes $3 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2 Otetaan laskelmiin mukaan myös Vesijaosta sekä Lummeneesta Päijänteeseen purkautuva vesimäärä.

Kun lisätään taulukon 5 esittämät vesimäärät Kukkia-Kuohijärven tulovirtaamiin, saadaan tulovirtaaman keskiarvoksi $8.6 \text{ m}^3/\text{s}$. Jos oletetaan kuten edellisessäkin vaiheessa, että säännöstellään vain Kukkia-Kuohijärviällä, saadaan säännöstelytilavuudeksi siis 89.4 milj.m^3 .

Piirretyn tulovirtaaman keskiarvosta poikkeamisen summaviivan (piirros b kuvissa 3, 4 ja 5) avulla voidaan todeta kuivakauden 1920 - 1922 suu-
rimmaksi keskimääräiseksi juoksutukseksi $4.8 \text{ m}^3/\text{s}$ ja kauden 1939 - 1942
vastaavaksi arvoksi $3.2 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.3 Seuraavana vaiheena tulisi kysymykseen koko vesistön mahdollisimman tehokas säännöstely. Säännöstelyn piiriin tulisi nyt otettavaksi myöskin Nerosjärvi, Vesijako, Vehkajärvi sekä Lummene. Laskettujen tulovirtaamien mukaan on piirretty tulovirtaaman keskiarvosta poikkeamisen summaviiva (piirros b kuvissa 3, 4 ja 5) ja määrätty sen avulla mahdollinen juoksutus.

Näin graafisesti säännöstelymahdollisuuksia tarkasteltaessa on tässä asian yksinkertaistamiseksi oletettu eri järviältaiden muodostavan yhden ainoan suuren altaan. Tällainen menettely on periaatteessa hiukan virheellinen ja edellyttää vesistöä säännösteltävän siten, että reitin ylimmät altaat pyritään pitämään aina mahdollisimman täynnä. Toisinsanoen koko varastovesimäärää käytetään tarvittaessa sellaisessa järjestyksessä, että aloitetaan alimmasta altaasta ja siirrytään seuraavaksi ylemmän altaan vesivaraston käyttöön vasta sitten, kun alemmat altaat ovat tyhjä. Ja jos laskelmissa lisäksi käytetään - kuten tässä - riittävän pitkää, esim. kuukauden jaksoa, voidaan näin saatua tulosta pitää tässä tapauksessa riittävän tarkkana.

Allastilavuuden määrittäminen on esitetty taulukossa 6:

Taulukko 6

Järvi	HW	NW	HW-NW	F	V = F (HW-NW)
Kukkia-Kuohijärvi	175	75	1.00 m	89.4 km ²	89.4 milj.m ³
Nerosjärvi	-	-	0.90 "	8.8 "	7.9 "
Vehkajärvi	-	-	0.90 "	24.6 "	22.1 "
Vesijako	154	59	0.95 "	16.0 "	15.2 "
Lummene	154	76	0.78 "	19.0 "	14.8 "
				Yhteensä	149.4 ≈ 150 milj.m ³

Keskivirtaama luonnollisesti pysyy samana kuin edellisessäkin vaiheessa eli 8.6 m³/s:nä, mutta keskimääräinen juoksutus pystytään nyt pitämään vv. 1920 - 1922 kaltaisella kaudella 5.8 m³/s:nä, ja vastaavasti vv. 1939 - 1942 kaudella olisi juoksutus n. 4 m³/s.

5.4 Vedenkäytön lisääntyessä voidaan vedenkeräysaluetta seuraavaksi laajentaa ottamalla mukaan myöskin Pitkäveden sadealue. Tulovirtaamat ja sitä kuvaava summaviiva (piirros c kuvissa 3 ja 4) ovat lasketut kauden 1911 - 1936 käsittävän kuukausikeskivirtaamataulukon (taulukko 2) sekä vesistöstä tehtyjen vedenkorkeushavaintojen perusteella. Vesistön keskivirtaama kaudella 1916 - 1931 on 2.1 m³/s. Kuivana kautena 1920 - 1922 saadaan vettä 1.2 m³/s ja jos arvioidaan em. 2/3-suhteessa kauden 1939 - 1942 virtaama, saadaan 0.8 m³/s. Kun nämä arvot lisätään edellisen vedenhankintavaiheen arvoihin, saadaan alivirtaamaksi 1920 - 1922 kaudella

$7 \text{ m}^3/\text{s}$ ja 1939 - 1942 kaudella lähes $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Pitkäveden juoksutus on määrätty kuten edelläkin tulovirtaaman keskiarvosta poikkeamisen summaviivan avulla käyttäen allastilavuutta 17.8 milj.m^3 , joka on saatu seuraavasti:

Pajulanjärvi + Lammi	8.0 km^2
Ottele + Pitkävesi	7.9 "
Yhteensä	15.9 km^2

$$V = F \times (HW - HW) = 15.9 \times (1.76 - 0.64) \times 10^6 = 17.8 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

5.5. Seuraavana vaiheena on suunniteltu edelläesitetyn alueen pohjoispuolella olevan Isojärven liittämistä sadealueineen vedenhankinta-alueeseen. Isojärvi sopisi erikoisen hyvin juuri vähävetisinä kausina varasäiliönä käytettäväksi, koska siinä lienevät mahdollisia hyvin suuret vedenkorkeuden vaihdokset. Havaintokauden korkeimman ja alimman vedenpinnan tason erotus tosin ei ole siinä kuin 1.0 metriä, mutta laskelmissa on oletettu sitä voitavan säännöstellä aina 2.1 metriin saakka:

Pinta-ala = 19.3 km^2 . Oletetaan allastilavuudeksi 40 milj.m^3 . Tällöin saadaan yli- ja aliveden korkeuserotukseksi:

$$HW - HW = \frac{40.0 \cdot 10^3 \text{ m}^3}{19.3 \cdot 10^3 \text{ m}^2} = 2.07 \text{ m}$$

Laskelmin todetaan, että altaan keskitulovirtaama on $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Käyttäen 40 milj.m^3 :n allastilavuutta voidaan Isojärvestä ottaa tulovirtaaman keskiarvosta poikkeamisen summaviivan (piirros d kuvissa 3 ja 4) mukaan vv. 1920 - 1922 kauden kaltaisena kuivana aikana keskimäärin $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Kaikkein kuivinta kautta edustavan 1939 - 1942 kauden juoksutusarvoksi saadaan $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.6 Edelläolevassa tarkastelussa on siis tavoitteena pidetty juoksutusta $1.1 \text{ m}^3/\text{s}$, jonka saavuttamiseksi on oletettu säännösteltävän melkein jokaista vedenkeräysalueen järviältä. Reservitiloiksi voitaisiin ehkä lisäksi ottaa vielä esim. näiden laskelmien ulkopuolelle jätetyt Pitkäveden länsipuolella olevat Iso- ja Vähä-Löytäne, joissa myös vedenlaatu olisi erinomainen.

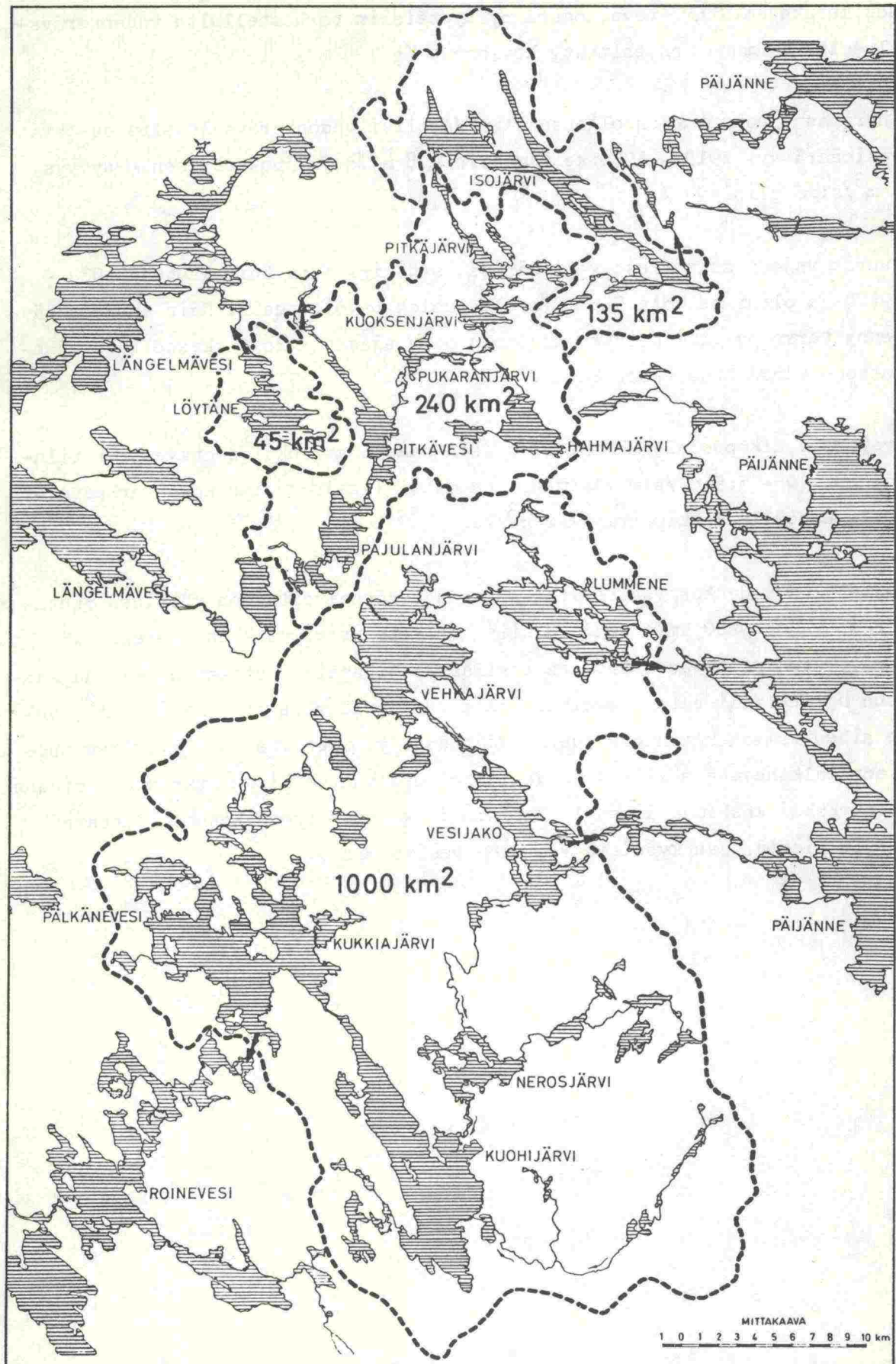
Se, kuinka em. tavoitevesimäärä pystytettäisiin tarkastellulta vedenkeräys-alueelta saamaan, on esitetty kuvissa 6 ja 7.

Suurimman juoksutuksen ollessa $11 \text{ m}^3/\text{s}$ olisi vedenkeräysalueelta saatava vesimäärä vv. 1919 - 1950 keskimäärin $9.8 \text{ m}^3/\text{s}$ ja juoksutuksen pysyvyys $8 \text{ m}^3/\text{s}$:nä olisi 90 %.

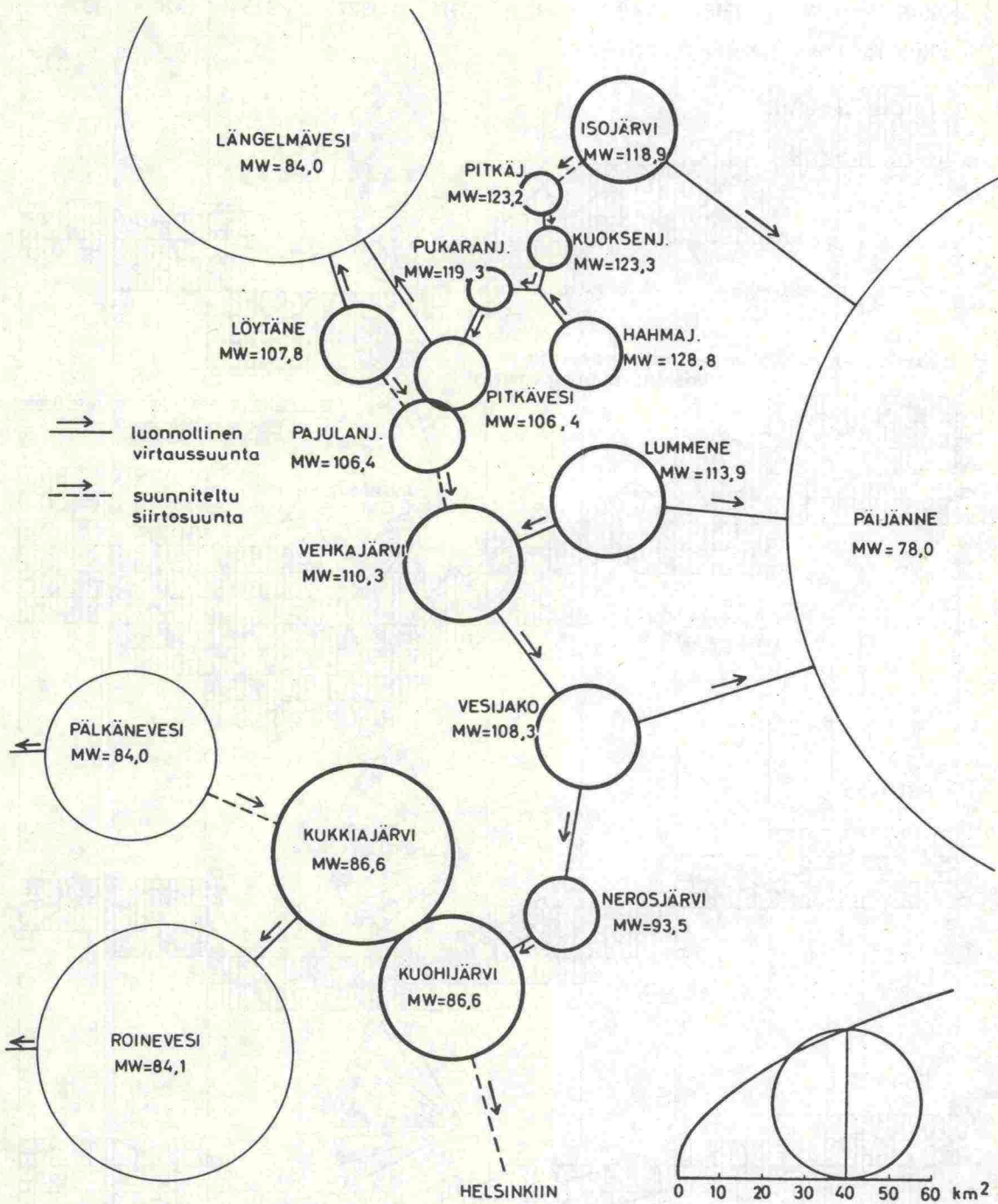
Suurin vajuus saatavissa vesimäärissä sattuisi siis kuivakautena 1939 - 1942, ja olisi se noin $5.5 \text{ m}^3/\text{s}$ eli puolet tavoitteesta. Näin suurena täydennystarve pysyisi noin kymmenennen osan ajasta koko tarkasteltuun ajanjaksoon verrattuna (kts. kuva 7).

Systeemin ulkopuolelta olisi $11 \text{ m}^3/\text{s}$:n saavuttamiseksi saatava siis tilapäisesti 0 - $5.5 \text{ m}^3/\text{s}$:n vesimäärä ja olisi lisäjuoksutus koko tarkastellulla kaudella keskimäärin $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$.

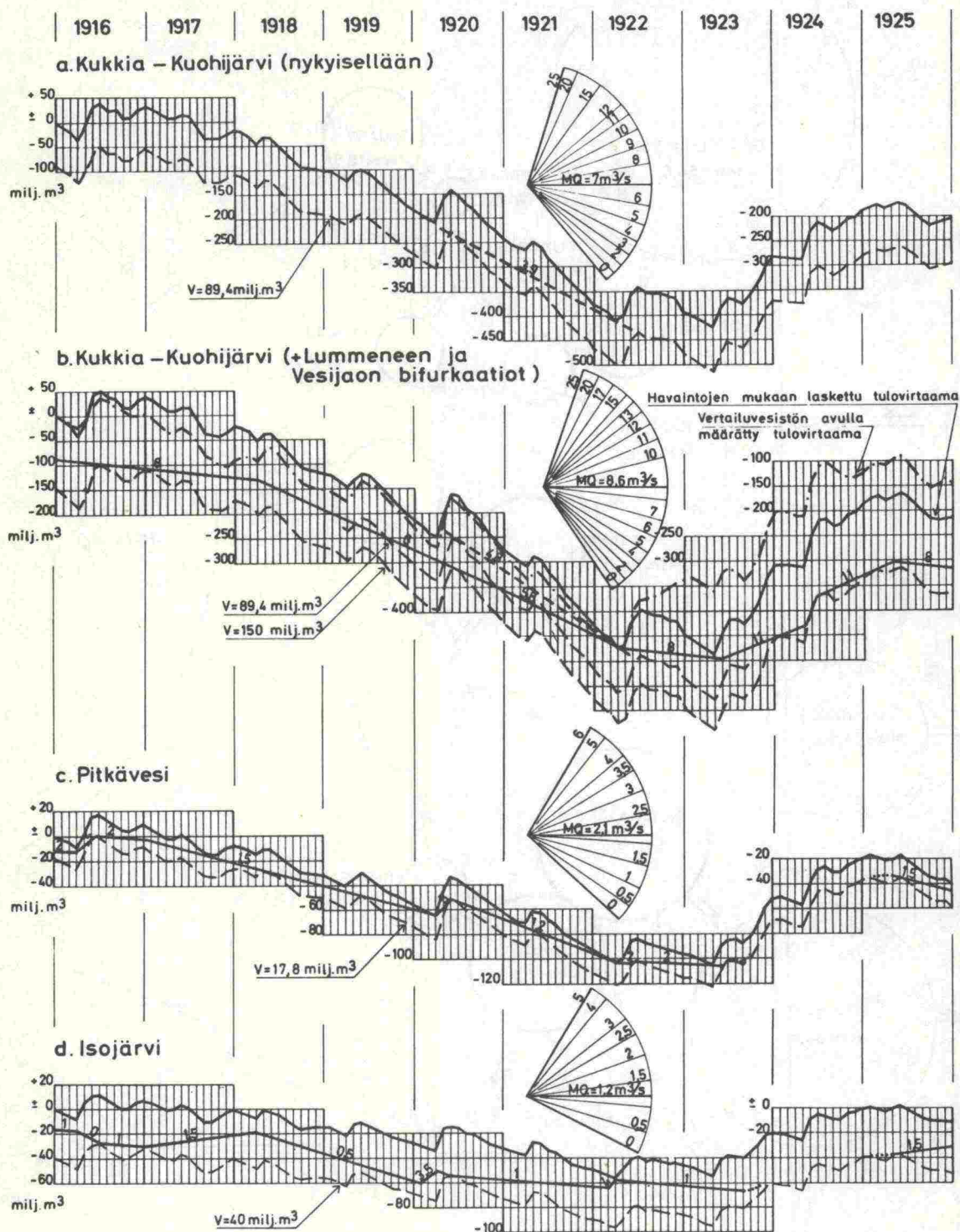
Esitetyltä vedenkeräysalueelta, jonka säännöstelyaltaiden yhteinen pinta-ala on vajaat 200 km^2 , saadaan siis kaikkein kuivimpanakin kautena $5.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Täten ei saman suuruisen vesimäärän tilapäinen ottaminen samana kautena nelinkertaiselta alueelta, jolla on järviä yhteensä yli 800 km^2 , tule aiheuttamaan kovinkaan suuria säännöstelytoimenpiteitä. Ja ottaen huomioon Pälkäneveteen liittyvän vesistöalueen suhteellisen suuruuden voidaan esimerkiksi keskimääräisen $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$:n juoksutustarpeen katsoa edustavan varsin pientä osaa kyseisen vesistön vesivaroista.



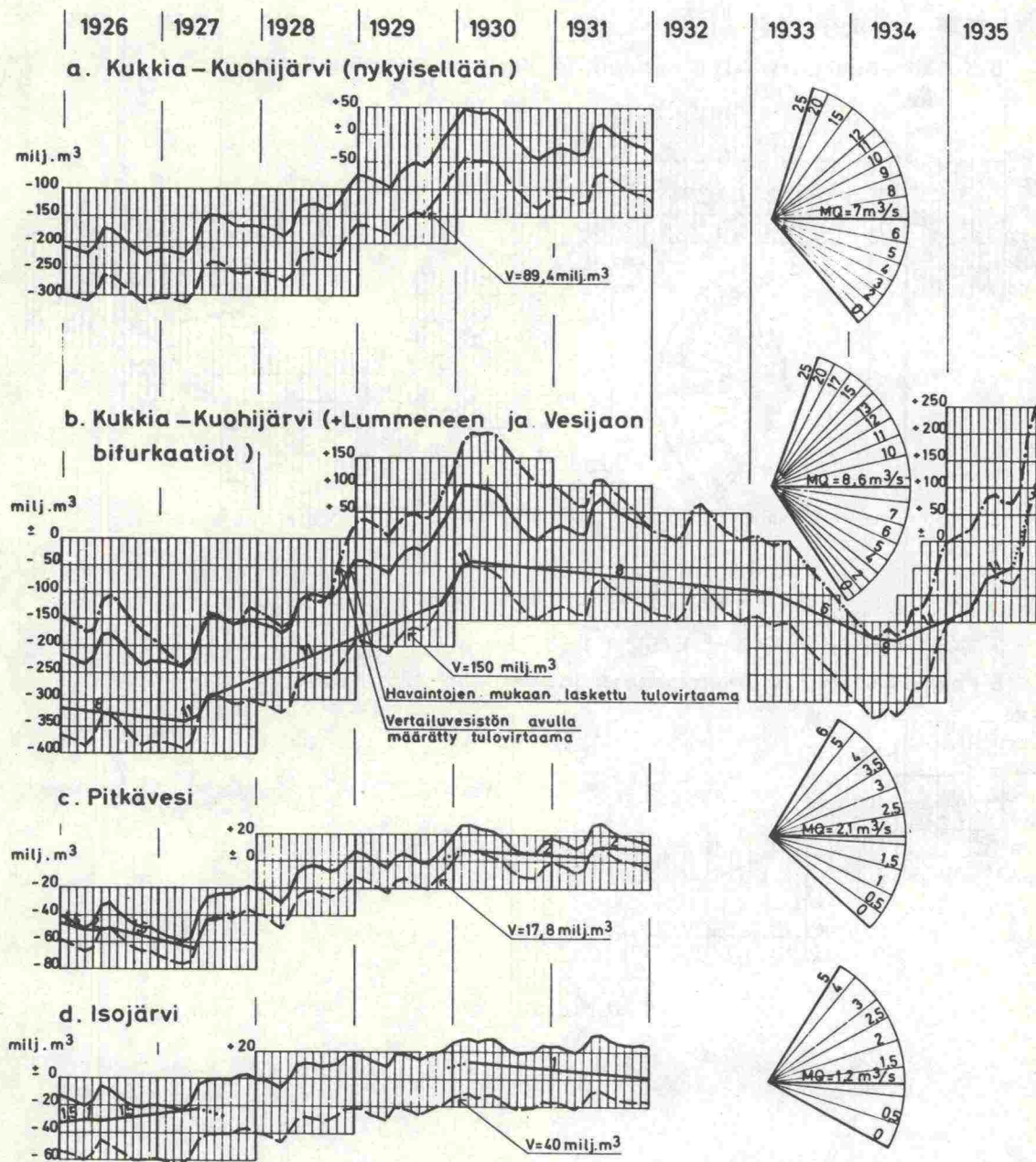
C/Kuva 1. KUOHIJÄRVEN VEDENKERÄYSALUE



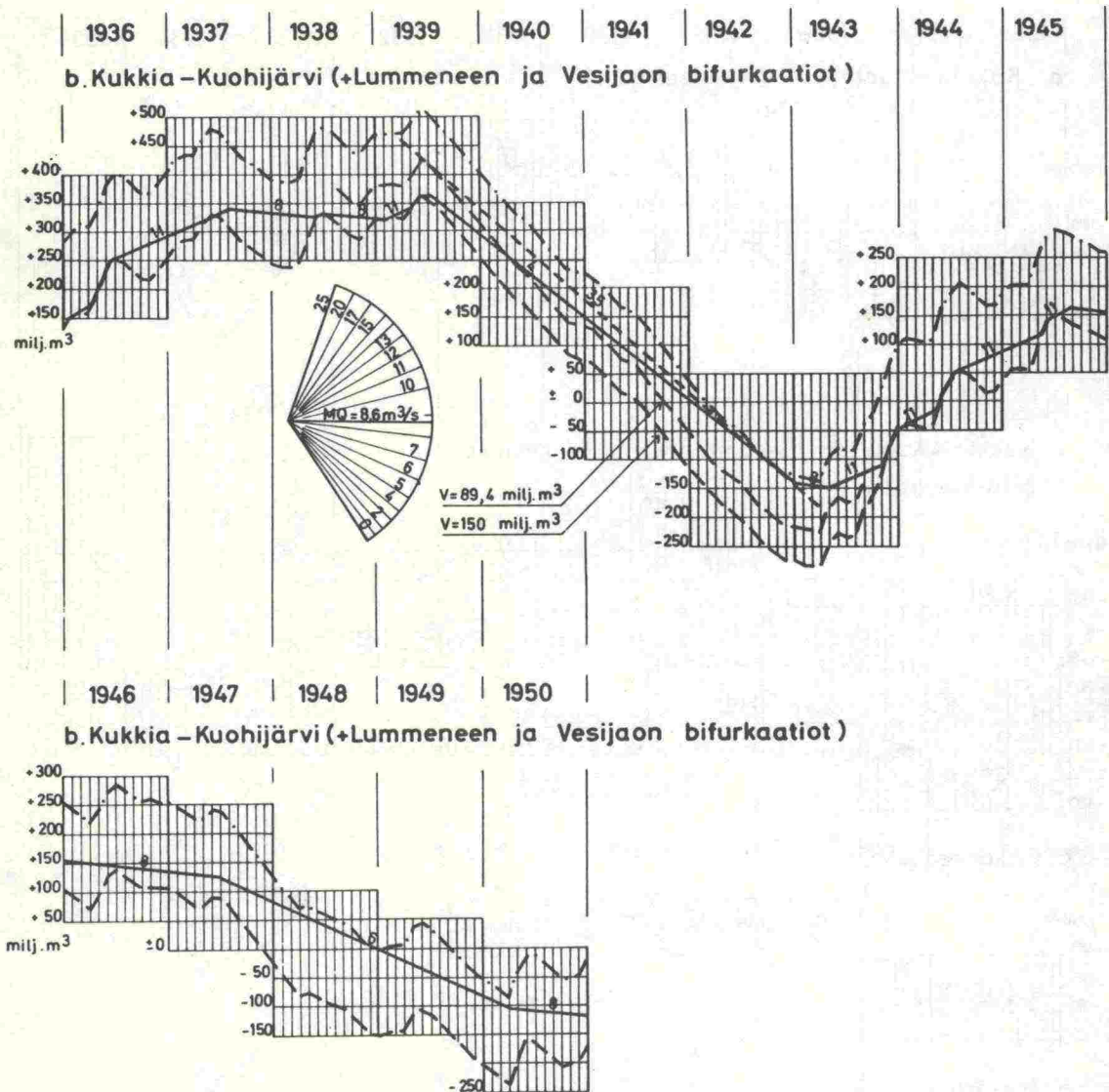
C/Kuva 2. KUOHIJÄRVEN VEDENKERÄYSALUEEN JÄRVIREITIT



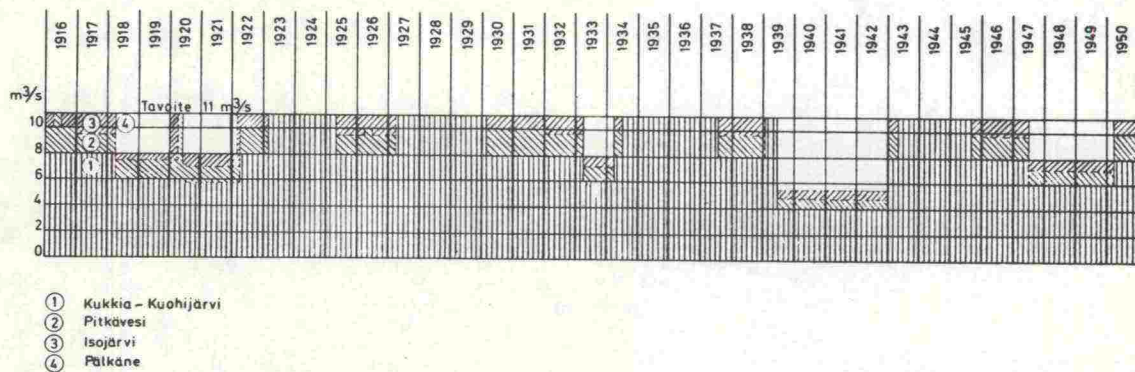
C/Kuva 3. Kuohijärven vedenkeräysalueen keskusjärvien tulovirtaamat sekä niistä säännöstelemällä saatavat vesimäärät vv. 1916 - 1950



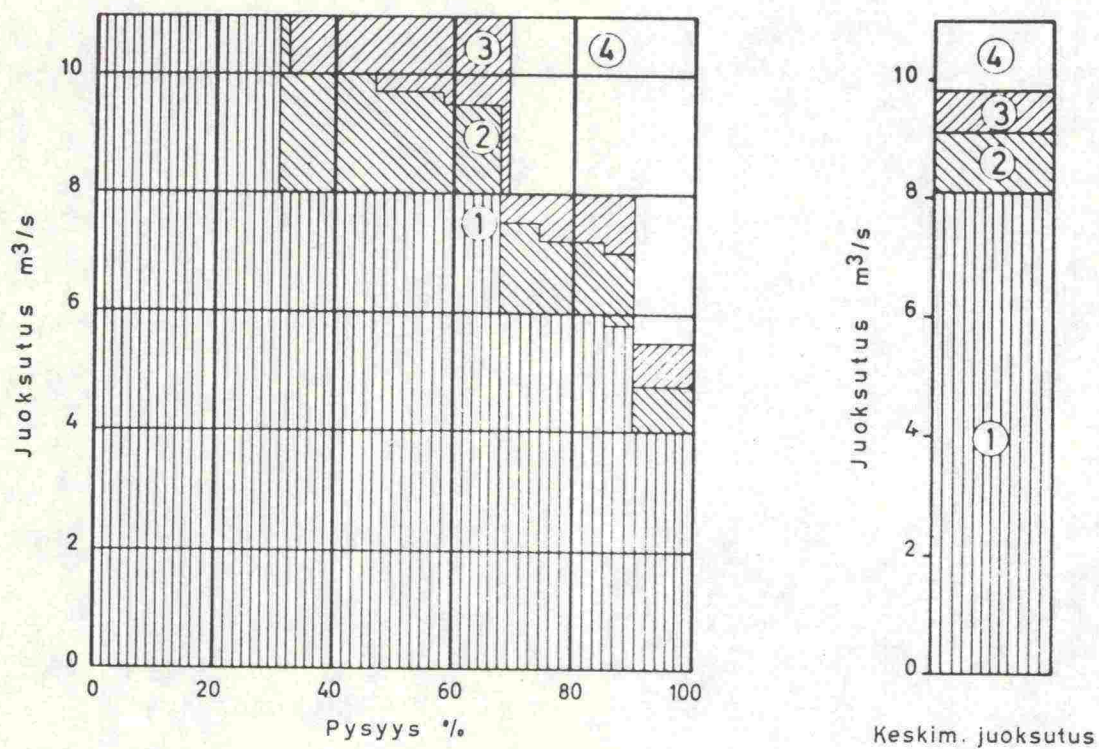
C/Kuva 4. Kuohijärven vedenkeräysalueen keskusjärvien tulovirtaamat sekä niistä säännöstelemällä saatavat vesimäärät vv. 1916 – 1950 (jatk.)



C/Kuva 5. Kuohijärven vedenkeräysalueen keskusjärvien tulovirtaamat sekä niistä säännöstelemällä saatavat vesimäärät vv. 1916 – 1950 (jatk.)



C/Kuva 6. KUOHIJÄRVEN VEDENKERÄYSALUEEN ANTOISUUS VV. 1916 - 1950



C/Kuva 7. KUOHIJÄRVEN VEDENKERÄYSALUE
 Juoksutuksen suhteellinen jakautuminen ja pysyvyys
 vv. 1916 - 1950 (merkinnät samat kuin kuvassa 6)

	Sivu
Liite D. Vedenkäyttöennusteet	
1. Yleiset vesilaitokset	2
1.1 Väestö	2
1.11 Aineisto	2
1.12 Suunnittelualue	4
1.13 Helsingin vesihuoltoalue	5
1.2 Veden käyttö yleisissä vesilaitoksissa	9
1.21 Vedenkäytön kehitys	9
1.22 Ominaiskäyttö	11
1.23 Vedentarve-ennuste	15
1.3 Vedenkäytön keski- ja ääriarvot	18
1.31 Suurin vuorokausikäyttö ja vuosikeski- arvo	18
1.32 Suurimman vuorokausikäytön vaihtelut	19
1.33 Suurten vuorokausikäyttöjen pysyvyys	19
1.34 Varastotilalaskelmat	20
2. Teollisuuslaitokset	21

1. Yleiset vesilaitokset

1.1 Väestö

1.11 Aineisto

Väestön kasvua sekä sen alueellista jakaantumista selvitetessä on turvauduttu virallisiin tilastoihin sekä laadittuihin ennusteisiin. Ensin mainittujen osalta on käytettävissä mm. Tilastollisen päätoimiston julkaisemat vuoden 1960 yleisen väestölaskennan tulokset. Ennusteita on laadittu osaksi koko maan kattavina osaksi pienempiin alueisiin kohdistuvina ja niissä on arvioitu väestön kehitystä suurempien alueitten ohella kunnittain tai kuntaryhmittäin.

Vuoden 1960 yleisen väestölaskennan tulokset on julkaistu kunnittain sekä taajamittain. Taajamat on määritelty seuraavasti: "Taajamiksi luetaan kaikki rakennusryhmät, joissa on vähintään 200 asukasta ja joissa rakennusten välinen etäisyys ei yleensä ole 200 metriä suurempi." Taajamat on rajoitettu kartalle valtakunnan peruskartan koordinaattiruuduston $1/4$ km²:n neliöistä rakentuvaksi monikulmioksi riippumatta hallinnollisesta jaosta. Huomattava on, että kahden tai useamman kunnan alueella sijaitsevat taajamat esiintyvät sen kunnan nimen yhteydessä, jonka alueella suurin osa taajaman väestöstä asuu.

Kun pyritään saamaan kuva väestön tulevasta kehityksestä, ottamalla huomioon pääasiassa vuoden 1960 väestölaskennan tulosten jälkeen laaditut tai julkaistut ennusteet, voidaan merkittävimmistä kehityslaskelmista ja arvioista mainita seuraavat:

1) Tilastollisen päätoimiston alueittainen ja kuntaryhmittäinen (-muo-
doittainen) ennuste vuoteen 1990.

2) Valtakunnan suunnittelutoimiston alueittainen ja kunnittainen laskelma väestönkehityksestä vuoteen 1990. Ennuste on laadittu sekä oma-varaislaskelmana - toisin sanoen syntyvyyden ja kuolleisuuden aiheuttamat muutokset huomioon ottaen - että laskelmana, jossa on edellisen lisäksi otettu huomioon muuttoliike.

3. Helsingin kaupungin tilastotoimiston Helsinkiin, Helsingin seutuun ja siinä ohella myös koko maahan kohdistuva ennuste vuoteen 2000. Ennuste on laadittu ennen väestölaskennan tulosten käyttöön tuloa. Sitä on kuitenkin käytetty mm. Helsingin kaupungin taloussuunnitelmassa vv. 1966 - 1975.

4) Helsingin seutukaavaliiton arvio vuoteen 2005. Helsingin seutukaavaliitto on laatinut vuonna 1961 suoritettun liikennetutkimuksen yhteydessä väestöennusteen seutukaavaliiton alueelle. Seutukaavaliitto on lisäksi laatinut arvion asutuksen ryhmittymisestä vuonna 2005, jolloin kaavan edellyttämä väkiluku on saavutettu.

Myöhemmin eli v. 1966 on seutukaavaliitto esittänyt edellisestä ennusteesta poikkeavan laskelman, jonka ennakkotiedot ovat olleet käytettävissä. Tämä laskelma tulee olemaan pohjana alueen seutukaavaluonnosta laadittaessa. Huomattavin muutos edelliseen ennusteeseen verrattuna on tapahtunut Helsingin kaupungin väkiluvun kohdalla.

5) Lounais-Suomen seutukaavaliiton alueelleen laatima ennuste vuoteen 1990.

Koko maan kattavia ovat ennusteet 1, 2 ja 3. Tilastollisen päätoimiston ennusteesta eroavat muut edellä mainituista siten, että Valtakunnan suunnittelutoimiston ennuste johtaa pienempään ja Helsingin tilastotoimiston suurempaan väkilukuun koko maassa ja Uudellamaalla.

Väkiluku (1000 henkeä) v. 2000

	Koko maassa	Uudellamaalla
1) Tilastollisen päätoimiston mukaan arvioituna	5 444	n. 1 599
2) Valtakunnan suunnituston " "	5 379	n. 1 484
3) Helsingin tilastotston " "	6 851	n. 1 268
4) " seutukaavaliiton (1961) " "		n. 1 751

Helsingin tilastotoimiston tulokset ovat Uudenmaan osalta pieniä koko maassa otaksuttuun kehitykseen verrattuna.

Seutukaavaliitto ei ole julkaisussaan ilmoittanut arvioittensa "valtakunnallista pohjaa", mutta ennuste omalle toimialueelleen viittaa Uu-

denmaan osalta korkeampiin väestömääriin kuin esim. Tilastollisen päätoimiston ennuste ja se johtaa verraten korkeaan väkilukuun Uudellamaalla.

1.12 Suunnittelualue

Etelä-Suomen vedenhankinnan yleissuunnitelmaan tarvittavan aineiston koostamisen ja käsittelyn täsmälliseksi rajoittamiseksi on määriteltä yhte-näinen suunnittelualue. Tämän alueen muodostaa Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueiden väliin jäävä osa Etelä-Suomesta. Kokemäenjoen vesistöalueesta kuuluu suunnittelualueeseen Loimijokilaakso.

Alueen kokoonpano on seuraava: Uudenmaan lääni kokonaan, Turun ja Porin läänistä kuntien Eurajoki, Kiukainen, Köyliö, Vampula, Metsämaa etelä-puolinen alue mainitut kunnat mukaanluettuna sekä Hämeen läänistä kunnat Humppila, Koijärvi, Tammela ja Loppi ja kunnat niistä lounaaseen sekä lisäksi Riihimäki, Hausjärvi ja Kärkölä.

Edellä esitettyä aluetta on jäljempänä kutsuttu lyhyesti suunnittelualueeksi. Alueella on kaksi laajempaa yhtenäistä vesihuoltoaluetta, nimittäin Helsingin ja Turun vesihuoltoalueet. Kuvassa 1 on esitetty suunnittelualue ja sen taajamat (yli 1 000 asukasta) vuonna 1960.

Vesihuoltosuunnittelun kohdistuessa ensisijaisesti taajamiin on edellämainittuja väestöennusteita jouduttu muuntamaan kunnittain taajamakohtaisiksi. Elinkeino- ja väestörakenteen muuttumisesta johtuen suuntautunee väestön muuttoliike yksinomaan haja-asutuksesta taajamiin. Taajamien väestöennusteet on laskettu edellämainituista aineistoista otaksuen, että kunkin kunnan väkiluvun kasvu tulee sen taajamien hyväksi. Väkiluvun vähenemisen on puolestaan katsottu verottavan yksinomaan haja-asutusta.

Taulukossa 1 on esitetty suunnittelualueen väkiluku vuosina 1960 - 1990 Valtakunnan suunnittelutoimiston ennusteen mukaan laskettuna sekä vastavasti taajamissa asuvan väestön lukumäärä, joka on saatu edellä selostettua laskutapaa käyttämällä. Vertailun vuoksi on taulukkoon otettu vastavastat luvut muun Suomen sekä koko maan osalta. Ennusteista on tässä yhteydessä käytetty Valtakunnan suunnittelutoimiston arviota sen vuoksi, että ainoastaan siitä saadaan suoraan suunnittelualueen väkiluku ennusteen kuntakohtaisuuden takia.

Taulukosta 1 voidaan laskea suunnittelualueen väkiluvun olleen koko maan väkiluvusta vuonna 1960 30.2 % ja vuonna 1990 37.3 %. Tänä aikana kasvava suunnittelualueen osuus koko maasta siten 7.1 % ja lisäys keskimäärin kymmentä vuotta kohti on 2.4 %. Suunnittelualueen taajamaväestön osuus koko maan taajamaväestöstä on edellä mainittua suurempi. Vuonna 1960 se oli 39.8 % ja vuonna 1990 se on 49.6 %. Suunnittelualueen taajamaväestön osuus koko maan taajamaväestöstä kasvaa näiden kolmenkymmenen vuoden kuluessa 9.8 % ja kymmentä vuotta kohti on lisäys keskimäärin 3.3 %.

Taulukko 1

Kokonaisväkiluku ja taajamaväestö Valtakunnansuunnittelutoimiston ennusteen mukaan laskettuna.

Yksikkö tuhat asukasta.

	1960 x)	1970	1980	1990
Väkiluku				
Uudenmaan lääni	833	1031	1216	1376
Turun ja Porin lääni xx)	421	441	460	477
Hämeen lääni xx)	92	89	85	81
Suunnittelualue	1346	1561	1761	1934
Muu Suomi	3100	3184	3230	3253
Koko maa	4446	4745	4991	5187
Taajamissa asuva väestö				
Uudenmaan lääni	716 (85.6 %)	914 (88.7 %)	1099 (90.4 %)	1259 (91.5 %)
Turun ja Porin lääni xx)	230 (54.6 %)	250 (56.7 %)	269 (58.5 %)	286 (60.0 %)
Hämeen lääni xx)	44 (47.8 %)	49 (55.1 %)	53 (62.4 %)	57 (70.4 %)
Suunnittelualue	990 (73.6 %)	1213 (77.7 %)	1421 (80.7 %)	1602 (82.8 %)
Muu Suomi	1497 (48.3 %)	1573 (49.9 %)	1611 (49.9 %)	1626 (50.0 %)
Koko maa	2487 (55.9 %)	2786 (58.7 %)	3032 (60.7 %)	3228 (62.2 %)

x) Tilaston mukaan

xx) Suunnittelualueeseen luettu osa

Edelleen voidaan todeta asutuksen suunnittelualueella muodostavan taajamia huomattavasti runsaammin kuin muualla Suomessa tai keskimäärin koko maassa. Taajama-asutuksen osuus väkiluvusta koko maassa kasvaa kolmenkymmenen vuoden kuluessa 6.3 %. Vastaava kasvu suunnittelualueella on 9.2 %.

1.13 Helsingin vesihuoltoalue

Helsingin vesihuoltoalueella tarkoitetaan seuraavassa sitä yhtenäistä aluetta, jonka Helsinki keskuksenaan voidaan tulevaisuudessa arvioida

muodostavan vedenhankinnassa yhden kokonaisuuden. Aluetta määriteltäessä on kutakin kuntaa tai kuntien muodostamaa ryhmää tarkasteltu sen mukaan, milloin sen omat tai käyttöön saatavat paikalliset vesivarat eivät riitä kattamaan arvioitua vedentarvetta.

Useimmissa alueen kunnissa on paikalliset vedenhankintamahdollisuudet inventoitu. Samoin on laadittu laskelmia tulevasta vedentarpeesta. Eräät alueen kunnat ovat jo sopineet tai valmistelleet vedenhankinnan osalta yhteenliittymistä siten, että kukin asianomainen tulee toimeen paikallisten vesivarojen turvin yhtä kauan.

Helsingin kaupunki, Espoon kauppa, joka huolehtii myös Kauniaisten vedenhankinnasta, ja Helsingin maalaiskunta ovat sopineet vesivarojensa yhteiskäytöstä ns. kolmisopimuksella. Tämän perusteella nämä kunnat - Helsingin ryhmä - arvioivat selviytyvänsä noin vuoteen 1980 saakka.

Tuusulan kunnan, Järvenpään kaupungin ja Keravan kauppalan muodostama vesihuoltotoimikunta on selvittänyt alustavasti näiden kuntien - Tuusulan ryhmä - vesihuollon yhteenliittämismahdollisuudet turvataksien kaikkien osapuolten vedensaannin yhtä pitkälle. Laaditun selvityksen mukaan kuntien yhteiset tutkitut pohjavesivarat riittävät vuoteen 1978 saakka.

Samaan ajankohtaan on päätynyt myös Hyvinkään ryhmä - Hyvinkään kaupunki, Hyvinkään maalaiskunta ja Riihimäki - tähän mennessä tutkittujen vedenkäyttömahdollisuuksien perusteella.

Vedenhankintamahdollisuuksia ja tulevaa väestönkehitystä tarkasteltaessa on varauduttava vedensaantimahdollisuuksien turvaamiseen lisäksi Nurmi-järven kunnalle, jonka alueelta lienee saatavissa pohjavettä tähän mennessä tutkittua määrää jonkin verran enemmän. Suomenlahden rannikon suunnassa kasvava väestömäärä, lännessä Kirkkonummen ja idässä Sipoon, Porvoon ja Porvoon maalaiskunnan alueille, edellyttää myös näiden alueiden vedentarpeen turvaamista. Vesistö- ja pohjavesisuhteet eivät tarjonne näillä alueilla Kirkkonummea lukuunottamatta sanottavia paikallisia vedenhankintamahdollisuuksia.

Edelläolevista seikoista sekä asutuksen sijoittumisen vaikeasta ennakoarvioinnista johtuen voidaan kuntien ja kuntaryhmien liittymistä yhtei-

seen vedenhankintajärjestelmään arvostella tässä vaiheessa vain karkeasti. Todennäköisimpänä voidaan pitää kolmen edelläluetellun kuntaryhmän liittymistä yhteiseen vedenhankintajärjestelmään arvioidun aikataulun mukaan. Varmuussyistä tulisi näiden kuntien voida liittyä yhteiseen järjestelmään noin vuonna 1975. Tähän ajankohtaan mennessä saattaa muidenkin Helsingin vesihuoltoalueen kuntien vedenkäyttö ylittää paikallisten vesivarojen antoisuuden, mikä kuitenkin riippuu ensisijassa kunkin kunnan osalta siitä, milloin se joutuu ottamaan vastaan osan Helsingin seutuun kohdistuvasta väestöpaineesta.

Jotta vedenhankinnan yleissuunnittelun perusteet liikkuvat riittävän varmalla pohjalla, on tulevan vedentarpeen kehitystä arvioitaessa otettava huomioon koko vesihuoltoalueen mahdollisuus liittyä yhteiseen järjestelmään verraten pian sen valmistumisesta lukien.

Kuvassa 2 on esitetty Helsingin vesihuoltoalue, johon on merkitty erikseen ne kunnat, joiden vedenhankintamahdollisuuksien mukaan yhteisen järjestelmän toteuttamisaikataulu joudutaan arvioimaan.

Kuvassa 3 on esitetty Helsingin vesihuoltoalueen väkiluvun kehitys vv. 1900 - 1960 sekä väestöennusteet vv. 1960 - 2000. Ennusteita on jouduttu muuntamaan kuntakohtaisiksi niiltä osin kuin ne ovat alkuperäisinä käsittäneet kuntaa suurempia alueita.

Taulukossa 2 on esitetty Helsingin Seutukaavaliiton väestöennusteet. Vuonna 1966 laaditun ennusteen ennakkotiedot ovat suluissa. Vuoden 1961 liikennetutkimuksen yhteydessä laadittua ennustetta on käytetty taulukossa 3 laskettaessa vesihuoltoalueen taajamien väkilukua. Taajamaväestön määrä v. 1960 on tällöin ollut lähtökohtana ja siihen on lisätty ennusteen osoittama väestön kasvu kunkin kymmenvuosiluvun kohdalla. Samaan taulukkoon on sijoitettu vastaavan laskelman tulos, käyttämällä Valtakunnansuunnittelutoimiston ennustetta.

Taulukko 2

Helsingin vesihuoltoalueen väkiluku Helsingin Seutukaavaliiton ja Itä-Uudenmaan Seutukaavaliiton ennusteiden mukaan.

Yksikkö tuhat asukasta.

	1960	1970	1980	1990	2000	2005
Helsinki	453	550 (540)	643 (575)	712 (560)	712 (530)	712
Helsingin mlk	44	72 (85)	118 (140)	177 (190)	243 (245)	255
Espoo ja Kauniainen	57	106 (110)	177 (185)	262 (255)	321 (324)	337
Kirkkonummi	7	12 (13)	21 (24)	34 (44)	51 (75)	57
Tuusula	14	18 (18)	24 (21)	34 (26)	49 (32)	57
Kerava	10	13 (16)	18 (24)	28 (38)	40 (60)	41
Järvenpää	12	17 (17)	22 (22)	29 (34)	40 (55)	44
Sipoo	10	12 (13)	14 (18)	27 (30)	50 (55)	56
Porvoo ja mlk	28	32	43	58	72 (70)	78
Nurmijärvi	14	15 (16)	19 (19)	24 (23)	34 (31)	41
Hyvinkää ja mlk	27	30 (34)	37 (40)	47 (50)	59 (70)	66
Riihimäki	20	24 (26)	29 (35)	36 (42)	46 (50)	51
Yhteensä	696	901	1165	1468	1717	1795

Suluissa vuonna 1966 laaditun ennusteen ennakkotiedot.

Taulukko 3

Helsingin vesihuoltoalueen taajamien väkiluku Helsingin Seutukaavaliiton (HS) Itä-Uudenmaan Seutukaavaliiton (vain Porvoo), ja Valtakunnan-suunnittelutoimiston (VS) mukaan. Yksikkö tuhat asukasta.

	1960 x	1970		1980		1990		2005	
		HS	VS	HS	VS	HS	VS	HS	HS
Helsinki	470 xx	572	567	665	653	734	724	734	734
Helsingin mlk	20	50	48	96	76	155	101	221	233
Espoo ja Kauniainen	16	100	96	172	144	256	189	317	331
Kirkkonummi	2	7	7	16	13	29	18	46	52
Tuusula	8	13	12	19	15	29	18	44	52
Kerava	12 xxx	15	15	20	17	30	20	42	43
Järvenpää	12	16	15	21	18	28	21	40	44
Sipoo	5	6	7	8	8	21	10	44	50
Porvoo ja mlk	18	22	18	34	20	50	22	72	32
Nurmijärvi	8	10	10	13	12	18	13	28	35
Hyvinkää ja mlk	21	28	27	35	33	44	38	57	64
Riihimäki	19	23	22	29	25	36	27	45	51
Yhteensä	611	862	844	1128	1034	1430	1201	1690	1721

x Tilaston mukaan

xx Osia Helsingin mlk:sta

xxx " Tuusulasta

Taulukosta 3 voidaan laskea Helsingin vesihuoltoalueen kuntien yhteisen taajamaväkiluvun kasvavan vuodesta 1960 vuoteen 2000 noin 1 000 000 asukkaalla eli kymmentä vuotta kohden keskimäärin 250 000 asukkaalla. Ver-
rattaessa toisiinsa taulukon HS - ja VS - sarakkeita vuonna 1990 voidaan todeta, että suurimmat erot taajamaväkiluvuissa ovat Helsingin mlk:n ja Espoon kauppalan kohdalla, joihin kumpaankin on seutukaavaliiton ennus-
teessa otaksuttu runsaat 50 000 as. suurempi taajamaväkiluku kuin valta-
kunnansuunnittelutoimiston arvioon perustuvassa laskelmassa. Samoin koko
vesihuoltoalueen osalta päädytään v. 1990 seutukaavaliiton mukaan noin
200 000 asukasta suurempaan taajamaväkilukuun.

Haja-asutuksen ts. yhteisen vedenhankinnan ulkopuolelle jäävän väestön
määrän osuus väkiluvusta vähenee vv. 1960 - 2000 seutukaavaliiton ennus-
teeseen perustuvassa laskelmassa Helsingin vesihuoltoalueella kahdeksasta
kahteen prosenttiin (taulukot 2 ja 3).

1.2 Veden käyttö yleisissä vesilaitoksissa

1.21 Vedenkäytön kehitys

Maamme yhdyskuntien vesilaitosten historia alkaa vajaan sadan vuoden ta-
kaa. Helsingin ja Tampereen vesilaitokset aloittivat toimintansa viime
vuosisadan puolella (Helsinki v. 1876 ja Tampere v. 1898). Muut vesilai-
tokset on perustettu tällä vuosisadalla.

Kaupunkien ja kauppaloiden vesilaitosten toiminnasta on miltei poikkeuk-
setta julkaistu tietoja vuosittain ilmestyneissä kunnalliskertomuksissa.
Mainitut julkaisut on koottu lähes täysilukuisina Suomen Kaupunkiliiton
arkistoon. Vesilaitosten toiminnasta on lisäksi julkaistu yhdistelmiä
vuosilta 1946, 1950, 1955, 1960, 1963 ja 1965. Aineisto näihin yhdistel-
miin on tiedusteltu vesilaitoksilta kyselykaavakkeilla.

Kaupunkien ja kauppaloiden väkiluku on ollut useimmiten vesilaitoksen
perustamisajankohtana 3 000...6 000 asukasta. Vesilaitoksella varustet-
tuja kaupungeja oli maassamme v. 1910 7 kpl ja sen jälkeen on laitos-
ten määrä kaupunki- ja kauppalakunnissa lisääntynyt tasaisesti 9...10
kpl/10 v. aina 1950-luvulle saakka, jolloin valtaosa nykyisistä kaupa-
loista sai vesilaitoksensa. Vuonna 1965 oli kaupungeissa ja kauppaloissa
vesilaitoksia yhteensä 69 kpl. Kaskisten kaupunkia lukuunottamatta oli

tällöin vesilaitos kaikissa maamme kaupungeissa ja kauppaloissa.

Kaupunkien ja kauppaloitten vuosittain käyttämiä vesimääriä koskevat tiedot ovat yleensä aineiston täsmällisimmin selvitetty osa. Tästä johtuen saadaan väestökeskusten vedenkäytön kehityksestä verraten luotettava kuva. Kaupunkien ja kauppaloitten yhteinen vedenkäyttö vuosina 1930...1965 on esitetty kuvissa 4 ja 5. Kuvassa 4 on esitetty lisäksi pinta- ja pohjaveden osuudet raakavedestä. Vuonna 1965 oli kaupunkien ja kauppaloitten yhteinen vedenkäyttö n. 460 000 m³/vrk. Pohjaveden osuus on kasvanut runsaan 30 vuoden aikana kahdeksasta kahteenkymmeneen prosenttiin raakaveden kokonaismäärästä. Sen sijaan pääasiallisesti pohjavettä käyttävien kaupunkien ja kauppaloitten suhteellinen määrä on vähentynyt. Vuonna 1930 väestökeskuksista käytti pääasiallisesti pohjavettä 53 % (12 kpl) ja vuonna 1965 43 % (30 kpl).

Vedenkäytön jakautuminen Helsingin, muiden kaupunkien sekä kauppaloitten kesken käy ilmi myös kuvasta 4. Vuonna 1942 käytti Helsingin kaupunki vettä yhtä paljon kuin muut kaupungit yhteensä. Vuonna 1965 on Helsingin kaupungin osuus ollut vielä runsas kolmannes (36 %) kokonaiskäytöstä.

Vedenkäytön viimeinen kaksinkertaistumisaika ennen vuotta 1965 on kaupunkien ja kauppaloitten osalta ollut keskimäärin 8 vuotta. Vastaava luku Helsingin osalta on ollut 11. Kuvista 5 ja 6 voidaan todeta, että suurimpien asutuskeskusten vedenkäytön kasvua voidaan suhteellisen hyvin approksimoida eksponenttifunktiolla (kuvassa suoralla), jossa muuttujana on aika. Tällaisessa tilanteessa vaatii käyttö kaksinkertaistua aina saman ajan. Viimeisen 10 vuoden vedenkäytön kasvun ennakkoinnissa oltaisiin tällä tavoin suurimpien kaupunkien kohdalla päädytty varsin tarkkaan arvioon.

Vedenkäyttäjien lukumäärästä esiintyy käytetyssä aineistossa yleensä tietoja vasta 1950-luvulta alkaen. Kuvassa 7 on esitetty kaupunkien ja kauppaloitten veden käyttäjien osuus väkiluvusta vuosina 1946...1965 sekä liittymisprosentin kasvu vesilaitoksen perustamisesta lukien. Vuosina 1950...1965 on liittymisprosentti kasvanut kaupungeissa ja kauppaloissa keskimäärin 65:stä 81 prosenttiin. Käyttäjien lukumäärä tänä aikana on kasvanut 820 000:sta 1 651 000:een.

Kuvassa 7 on esitetty 5 vuoden välein laskettu keskimääräinen liittymis-

prosentti kaupungeissa ja kauppaloissa. Vesilaitosten perustamisajankohdasta lukien kasvaa liittymisprosentti verraten nopeasti ensimmäiset 20 vuotta, minkä jälkeen kasvuvauhti hidastuu ollen 20-vuoden toiminta-ajan kohdalla 66 % ja 60 vuoden kohdalla 85 %. Vuonna 1965 vaihteli liittymisprosentti kaupungeissa ja kauppaloissa välillä 20...100 % ja yli 30 000 asukkaan kaupungeissa välillä 79...95 %.

1.22 Ominaiskäyttö

Ominaiskäyttöä koskevia tietoja tilastoaineistossa on vähäisiä poikkeuksia lukuunottamatta vasta 1950-luvun puolivälistä lähtien. Tällöinkin mukana on vuosittain vain n. puolet kaupungeista ja kolmasosa kauppaloista. Oulun, Kuopion, Jyväskylän ja Mikkelin ominaiskäytöistä on aineistossa tiedot 1930-luvun puolivälistä lähtien.

Ominaiskäytön kasvu ja suuruus vaihtelevat eri yhdyskunnissa varsin runsaasti. Yhdyskunnan teollistumisasteella saattaa olla siihen huomattava merkitys ja suhteellisesti sitä suurempi, mitä pienemmästä yhdyskunnasta on kysymys.

Ominaiskäyttö kasvaa kaikenkokoisilla paikkakunnilla aikaa myöten johtuen sekä asutuksen vedenkäyttömahdollisuuksien lisääntymisestä että uusista teollisuuslaitoksista. Maissa, missä ominaiskäyttö on jo tuntuvasti korkeampi kuin Suomessa, ei myöskään ole vielä todettavissa käytön kasvun hidastumista. Taulukossa 4 on esitetty aineiston sisältämät ominaiskäytön arvot maamme kaupungeissa ja kauppaloissa vuosina 1946...1965. Nämä ominaiskäyttöarvot on laskettu vesilaitokseen liittynyttä vedenkäyttäjää kohden. Vuosilta 1946, 1950, 1955, 1960, 1963 ja 1965 on kaikkia väestökeskuksia koskevat ominaiskäyttötiedot Makkosen, Raustin ja Erkolan selvitysten ansiosta. Muiden kuin mainittujen vuosien luvuista ilmenee, minäkaverran vesilaitosten toimintakertomukset sisältävät mainintoja ominaiskäytöstä.

Kuvassa 8 on esitetty taulukon 4 perusteella laadittu ominaiskäytön kehitys (vesilaitokseen liittynyttä käyttäjää kohden) keskiarvona maamme kaupungeista ja kauppaloista, yli 30 000 asukkaan kaupungeista (v. 1965) ja Helsingistä vuosina 1946...1965.

Taulukko 4

Ominaiskäyttöarvoja (1/as.vrk.) kaupungeissa käyttäjäluvun mukaan laskettuna

	1965	1963	1962	1961	1960	1959	1958	1957	1956	1955	1950	1946
Helsinki	362	363			323					286	236	182
Tampere	237	232			202					205	219	160
Turku	300	296			230					230	193	153
Lahti	284	261	245	255	250	252	235	250	238	260	197	160
1) Oulu	293	293			286		253	280	260	250	170	150
Pori	177	200	180	183	186	185	172	186	181	156	159	140
1) Kuopio	240	224	214	208	210	200	161	159	159	159	119	102
Vaasa	319	275			235	231	238	235	231	215	262	200
1) Jyväskylä	234	264	247	250	254	223	201	172	175	175	129	114
Kotka	275	264			241					238	162	137
Joensuu	196	225	188	188	212	211	197	176	183	169	97	
Hämeenlinna	251	228	215	203	205	202	178	198	212	186	207	
Kemi	157	174			155					153	167	184
Rovaniemi	205	266			258	156	150	168		242	116	
Lappeenranta	248	248			251					266	196	166
Varkaus	206	273	188	172	178	182	172	213	232	139		
Rauma	179	147	146	150	139	145		155		150	117	140
Hyvinkää	216	185			191					308	380	100
1) Mikkeli	320	300			263		240	230	265	223	191	
Riihimäki	228	230	208	215	205	212	202	184	185	216		
Kouvola	240	222	204		190	196	188	178	225	191	197	300
Kokkola	209	231		172	122					139	175	106
Seinäjoki	397	332			268			250		306	226	176
Kajaani	205	227			168					143	264	102
Pietarsaari	200	215			186					129		140
Savonlinna	207	181			161					146		
Valkeakoski	282	230	260	234	212	238	240	245		246		150
Porvoo	269	252			280					289	172	168
Heinola	160	173	173	182	149	140	146	140		182	141	
Salo	253	256			220	210				191	180	105
Pieksämäki	218	252	185	168	164	144	154	136	125	105		
Hamina	279	252			196					263	239	150
Hanko	244	154			173					307	176	48
Maarianhamina	182	188			114					179		
Loviisa	160	205			144					133	204	
Iisalmi	290	230		185	182	154		150	182	167	121	75
Tornio	272	342	302	310	300		300	308	305	287	356	
Tammisaari	308	359			320					318	268	110
Raahe	151	225			102					30		
Uusikaupunki	186	160			160					251		
Naantali	176	151										
Kristiinankaupunki	52	34										
Kaskinen												
Uusikaarlepyy	349	432			360					157		
Keskiarvo	238	238	212	205	212	193	202	200	210	208	195	153

1) Ominaiskäyttötietoja on aineistossa myös ennen vuotta 1946.

Ominaiskäyttöarvoja (l/as.vrk) kauppaloissa käyttäjäluvun mukaan laskettuna

	1965	1963	1962	1961	1960	1959	1958	1957	1956	1955	1950	1946
Espoo	312	135										
Imatra	254	265			213					176		
Karhula	172	172	142	176	164	175	152	144		111		
Kuusankoski	238	276			298							
Nokia	152	144	142		118	116	104	72	85	79		
Järvenpää	194	137			128							
Lauritsala	163	209	130		146		115			348		
Forssa	172	182			187					177	133	114
Kerava	350	300	300	280	280	255	210	210	200	290		225
Lohja	193	208			167					199	232	370
Äänekoski	113	194			208	120	120	110	182	207		
Toijala	116	200	180	185	220	232						
Mänttä	184	161			125					152		
Parainen	447	405			313							
Loimaa	160	225	205	190	191	174	155	135	155	157		
Kemijärvi	218	215			71							
Karkkila	179	161	155	150	143	137				134	163	
Vammala	165	165			113					148		
Suolahti	217	140			177				160	100		
Karjaa	235	235			188					220	304	
Liekka	170	183	205	223	220	200	202	195	212	202		
Kauniainen	168	95			100							
Nurmes	176	177			130					178	76	64
Ikaalinen					97							
Keskiarvo	207	199	187	200	174	176	152	144	165	180	181	

Tarkasteltaessa käyttäjää kohti lasketun ominaiskäytön jakautumista veden käyttötarkoitusten (talousvesi, teollisuusvesi ja yleinen käyttö) mukaan ja pyrittäessä satunnaisten tekijöiden vaikutuksen eliminoimiseen aineiston valinnalla, saadaan 12 kaupungin (joiden väkiluku v. 1963 oli yli 30 000 as.) perusteella seuraavat luvut:

	1950		1955		1960		1963	
	%	1	%	1	%	1	%	1
	as.vrk.		as.vrk.		as.vrk.		as.vrk.	
Talousvesi	57	108	59	127	61	135	63	180
Teollisuusvesi	31	59	27	60	24	60	24	62
Yleinen käyttö	12	23	14	32	15	37	13	36
Yhteensä		190		225		249		262

Vuonna 1963 vaihteli talousveden osuus ominaiskäytöstä yli 30 000 as. kaupungeissa välillä 48...81 %. Talousveden käytön kasvu vv. 1950...63 on ollut 72 l/as. vrk. eli keskimäärin 5.1 l/v.

Teollisuusveden osuus ominaiskäytöstä vaihteli v. 1963 yli 30 000 as. kaupungeissa välillä 12...34 % keskiarvon ollessa 24 %. Teollisuusveden käytön kasvu on ollut vuosina 1950...1963 varsin vähäinen keskimäärin 3 l/as.vrk. eli 0.2 l/v.

Yleinen vedenkäyttö yli 30 000 as:n kaupungeissa v. 1963 on vaihdellut välillä 4...76 l/as.vrk. ja keskiarvo oli tällöin 36 l/as.vrk. Veden käytön kasvu vuodesta 1950 on ollut keskimäärin 0.9 l/v.

Luotettavin kuva ominaiskäytön kehityksestä saadaan tarkastelemalla ominaiskulutusta paikkakunnilla, joissa vesilaitos on toiminut kauan. Tällöin vesilaitoksen laajenemisvaiheen aiheuttamat epäsäännöllisyydet eivät enää vaikuta käytön kasvuun.

Taulukossa 5 on esitetty Helsingin, Turun ja Tampereen vesilaitosten jakelualueilla todetut (ominais)käytöt vuodesta 1900 alkaen. Tässä taulukossa on laitoksen piirissä olevien asukasmäärien sijasta käytetty kaupunkien koko asukaslukuja. Näin saadut (ominais)käyttöarvot eroavat todellisista sitä enemmän mitä pienempi liittymisprosentti on. Jos verrataan taulukon 5 (ominais)käyttölukuja vastaaviin todellisiin ominaiskäyttöarvoihin taulukossa 4, jotka on laskettu laitokseen liittynyttä asukasta kohden, todetaan taulukon 4 arvojen olevan Helsingissä ja Turussa noin 10 % ja Tampereella noin 20 % suurempia kuin taulukossa 5 esitetyt arvot. Esimerkiksi vuosien 1950, 1955, 1960, 1963 ja 1965 keskiarvot laskettuina sekä taulukon 4 että taulukon 5 arvoja käyttäen poikkeavat toisistaan Helsingin kohdalla 9.2 % ja Turun kohdalla 10.4 %.

Taulukko 5

Veden käyttö kaupungin asukasta kohti Helsingissä, Turussa ja Tampereella

	Helsinki	Turku	Tampere
1900	60.1		18.6
1910	80.0	25.1	53.8
1920	93.2	38.2	100.1
1930	139.9	91.4	124.7
1940	154.8	115.5	119.2
1950	205.1	154.6	150.9
1955	248.2	202.7	159.7
1960	306.8	228.2	179.0
1963	356.4	276.5	208.0
1965	334.9	281.7	218.7

Kuvassa 9 on esitetty taulukon 5 ominaiskäytön lisäksi vastaavat tiedot, yli 30 000 asukasta (v. 1965) käsittäneiden kaupunkiemme keskiarvoista, Tukholmasta sekä Ruotsin kaupunkien ominaiskäytön keskiarvoista.

1.23 Vedentarve-ennuste

Ominaiskäytön kasvu on taulukossa 5 luetelluilla paikkakunnilla vv. 1940...1965 vaihdellut rajoissa 1.3...9.6 % vuodessa ja kasvun aritmeettinen vuosikeskiarvo on ollut 3.1 %. Aivan viime vuosina on kasvunopeus ollut tätä keskiarvoa korkeampi kaikilla mainituilla paikkakunnilla. Litroina laskettuna on ominaiskäytön kasvu ollut vuosina 1950...65 8.7...4.5 l/v. Kuvan 9 mukainen Ruotsin kaupunkien ennustekäyrä perustuu ominaiskäytön kasvuun 9...10 l/v.

Ei ole perusteltua syytä otaksua, että keskimääräinen ominaiskäytön kasvu Helsingin vesihuoltoalueella olisi nopeampi kuin 10 l/v., jolloin ominaiskäytön ennuste on aina Ruotsin kaupunkien ennustetta pienempi. Viimeksimainittua voidaan niin ollen pitää ominaiskäytön kasvun kattoarvona.

Suurempien kaupunkien alueella kehitys todennäköisesti noudattaa laadittua ennustetta suhtellisen tarkasti, mutta luonteeltaan toisentyypisissä kunnissa jää tuntuvasti sen alle.

Verrattaessa kuvassa 9 suurimpien kaupunkiemme (yli 30 000 as. v. 1965) ominaiskäytön kehitystä Ruotsin kaupunkien keskiarvoon todetaan, että kehitys on tapahtunut jokseenkin vastaavalla nopeudella, joskin n. 15-20 vuotta Ruotsin jäljessä. Suurimpien kaupunkiemme ominaiskäytön keskiarvo vastannee tällä hetkellä arvoa 250 l/as. vrk., mikä Ruotsissa saavutettiin n. vuonna 1950.

Kun otetaan huomioon Helsingin vesihuoltoalueen kolmen aikaisemmin mainitun kuntaryhmän (ilman Helsingin kaupunkia) vesihuollon rakentamistaste, voidaan todeta, että syntyvä uusi asutus edellyttää varautumista alusta pitäen verraten korkeaan ominaiskäyttöön (200 - 300 l/as. vrk.). Tämän ohella joudutaan näissä kunnissa kuitenkin täydentämään jakelumahdollisuuksia olemassaolevan väestön liittämiseksi kuluttajiin. Erit-

täin todennäköisesti saavutettavana ominaiskäyttöarvona voitaneen v. 1970 pitää n. 200 l/as. vrk., kun otetaan huomioon, että v. 1965 mainitun kolmen kuntaryhmän osalta oli ominaiskäyttö (ilman Helsinkiä) taajamaväkiluvun mukaan laskettuna 175...180 l/as. vrk. Tämä edellyttää ominaiskäytön kasvunopeudeksi vuoteen 1970 mennessä keskimäärin 4...5 l/v.

Arvioitaessa Helsingin vesihuoltoalueen (Helsingin kaupunki poisluettuna) ominaiskäytön todennäköisintä minimikehitystä, ei käytettävissä oleva tilasto tarjoa tähän mainittavia mahdollisuuksia. Korkeintaan voidaan karkeasti arvostella lähtökohtaa v:n 1970 kohdalla, kuten edellä on tehty ja käyttää jatkossa apuna esim. Ruotsissa laadittuja ennusteita, joiden pohjana on huomattavan laaja tilastomateriaali. Näillä perusteilla voidaan otaksua, että Helsingin vesihuoltoalueen ominaiskäytön keskiarvo (ilman Helsingin kaupunkia) vuonna 2000 on ainakin 400 l/as. vrk., mikä vastaisi esim. Etelä-Ruotsia varten laadittujen prognoosien minimiarvoja, joista teollisuuden osuus vielä puuttuu. (Kuva 10). Otaksuttu ominaiskäytön minimikehitys vastaa keskimääräistä kasvunopeutta 6...7 l/v.

Kuvassa 11 olevassa vedentarve-ennusteessa onkin käytetty kahta laskutapaa. Helsingin kaupunkialueen ominaiskäytön on aina otaksuttu kasvavan kuvassa 9 esitetyn korkeamman ennusteen mukaan ja suurempana vaihtoehtona on samaa ennustetta sovellettu koko vesihuoltoalueeseen. Todennäköinen vedentarve liikkuu käyrien välisellä alueella.

Ominaiskäytön osalta ennusteen maksimiarvoina on näin ollen käytetty koko Helsingin vesihuoltoalueella

vuonna 1970	420 l/as. vrk.
" 1980	500 - " -
" 1990	600 - " -
" 2000	700 - " -

ja ennusteen minimiarvoina Helsingin kaupungin alueella ylläolevia ominaiskäyttöarvoja ja muussa osassa vesihuoltoaluetta

vuonna 1970	200 l/as. vrk.
" 1980	270 - " -
" 1990	330 - " -
" 2000	400 - " -

Helsingin vesihuoltoalueen vedentarve-ennustetta laskettaessa on vettä käyttävän väestön määränä pidetty taajamaväkilukua, joka on laskettu Helsingin seutukaavaliiton ennusteen mukaan (taulukko 3). Vuonna 1970 on vesihuoltoalueeseen luettu kuuluvaksi kolme kuntaryhmää:

Helsingin ryhmä: Helsingin kaupunki, Espoon ja Kauniaisten kauppalat sekä Helsingin maalaiskunta.

Tuusulan ryhmä: Tuusulan kunta sekä Keravan kauppala ja Järvenpään kaupunki.

Hyvinkään ryhmä: Hyvinkään ja Riihimäen kaupungit sekä Hyvinkään maalaiskunta.

Vuonna 1980 ja sen jälkeen on vesihuoltoalueena pidetty aikaisemmin esitettyä koko Helsingin vesihuoltoaluetta.

Vedentarve-ennusteen maksimiarvoksi Helsingin vesihuoltoalueella on saatu edelläselostetuin laskuperustein

vuonna 1970	343 000 m ³ /vrk	4.0 m ³ /s
" 1980	558 000 "	6.5 "
" 1990	843 000 "	9.8 "
" 2000	1 154 000 "	13.4 "

ja minimiarvoksi

vuonna 1970	289 000 m ³ /vrk	3.3 m ³ /s
" 1980	454 000 "	5.3 "
" 1990	662 000 "	7.7 "
" 2000	879 000 "	10.2 "

Helsingin vesihuoltoalueen vedentarve-ennuste on esitetty kuvassa 11.

Ruotsissa laadittu Skånen ja Hallandin vesihuoltosuunnitelma kokee likimain vastaaventyypistä aluetta Etelä-Ruotsissa, kuin Etelä-Suomen vedenhankintasuunnitelma Suomessa. Suunnitelman laatimisen syynä Ruotsissa on ollut mm. voimakas väestöpaine suunnittelualueen yhdyskuntiin, joista suurimmat ovat Malmö ja Hälsinborg. Tämän alueen tulevan vedentarpeen arviointia varten on tapahtuneesta vedenkäytön kehityksestä Ruotsissa ollut pitkäaikainen tilasto, joka on tarjonnut mahdollisuuden tutkia yksityiskohtaisemmin vedenkäyttöön vaikuttaneita tekijöitä. Niinpä prognoosi tulevasta vedentarpeesta onkin laadittu erikseen teollisuutta ja muuta yhdyskunnan tarvetta varten, josta viimeksimainitusta on vielä lisäksi erotettu pelkkä talouskäyttö kahden erityyppisen asutuksen osalta.

Kuvassa 10 on esitetty Etelä-Ruotsia varten laaditut ominaiskäyttöennusteet. Modernin asutuksen osalta oli talousveden ominaiskäyttö v. 1960 keskimäärin 190 l/as. vrk. kerrostaloissa ja vastaavissa sekä 110 - 120 l/as. vrk. omakotitaloissa. 1950-luvun kasvun perusteella on tulevaisuudelle kasvuksi arvioitu 20...25 l kymmentä vuotta kohden.

Talousskäyttöä ja yleistä käyttöä vastaavan ominaiskulutuksen on otaksuttu kasvavan keskimäärin vuoteen 1980 mennessä 350 l/as. vrk. ja vuoteen 2000 mennessä 450 l/as. vrk. Teollisuusvedenkäytön on arvioitu kaksinkertaistuvan vuoteen 1980 mennessä ja kolminkertaistuvan vuoteen 2000 mennessä nykyiseen verrattuna.

Eri tekijöistä (talous-, teollisuus- ja yleinen vedenkäyttö) yhdistetyn ominaiskäytön kehitys (kuva 10) päättyy vuonna 2000 määrään 600...800 l/as. vrk. Kun verrataan Helsingin vesihuoltoalueen keskimääräistä ominaiskäyttöennustetta, jonka arvot voidaan laskea keskimääräisen vedentarpeen (sivu 18) ja vastaavien ajankohtien asukaslukujen (taulukko 3) avulla, (v. 1970 n. 390 l/as. vrk., v. 1980 n. 450 l/as. vrk., v. 1990 540 l/as. vrk. ja v. 2000 n. 630 l/as. vrk.) todetaan sen noudattavan likimain Ruotsin ominaiskäyttöennusteen alarajaa.

1.3 Vedenkäytön keski- ja ääriarvot

Kohdassa 1.2 esitetyt vedenkäyttöluvut perustuvat vuotuiseseen käyttöön ja ovat siten keskiarvon luontoisia. Veden käyttö vaihtelee vuorokauden eri aikoina ja vuorokautinen käyttö vaihtelee eri viikonpäivinä. Vedenhankinnan suunnittelun kannalta ei vuorokauden kuluessa esiintyvillä käytön vaihteluilla ole merkitystä, koska vedenjakelujärjestelmän varastotila yleensä riittää näiden vaihtelujen tasoittamiseen. Vuorokausikulutuksen vaihteluilla sitävastoin on vaikutusta vedensiirtojärjestelmän mitoittamiseen.

1.3.1 Suurin vuorokausikäyttö ja vuosikeskiarvo

Kuvassa 1 on vuoden 1965 vedenkäyttötilastojen perusteella esitetty kaupunki- ja kauppalakuntien vesilaitosten suurimman ja vuotuisesta käytöstä lasketun keskimääräisen vuorokausikäytön suhde.

Pienissä vesilaitoksissa aiheuttavat satunnaisiksi katsottavat tekijät, kuten tulipalot, epätasainen teollisuuskäyttö ym., erittäin tuntuvia poikkeamia keskiarvosta ja vasta laitoksissa, missä vuorokausikäyttö on yli 1000 m^3 alkaa ilmetä jonkinlaista säännönmukaisuutta. Kuvassa 13 oleva käyrä on piirretty silmävaraisesti ja sen tarkoituksena on osoittaa, että suuresta hajonnasta huolimatta kysymyksessäoleva suhdeluku pienenee vedenkäytön kasvaessa.

1.32 Suurimman vuorokausikäytön vaihtelut

Suurimman ja keskimääräisen vuorokausikäytön suhde vaihtelee eri vuosina jonkin verran. Kysymyksen tarkastelua varten tarvittaisiin vesilaitos, jonka vuotuinen vedenkäyttö ei kasva, mutta jos käytetään lyhyttä tarkastelukaikta, voidaan vuotuisen vedenkäytön kasvusta aiheutuva virhe supistaa niin pieneksi, ettei siitä ole haittaa. Seuraavissa tarkasteluissa on käytetty esimerkkinä Turun kaupunkia (vedenkäyttö v. 1965 $38\,983 \text{ m}^3/\text{vrk.}$); mutta tuloksilla lienee yleisempikin pätevyys tämän kokoisissa vesilaitoksissa.

Vuorokausikäytön suurimmat vuotuiset arvot

21.8.1959	1.29 x MQ
8.6.1960	1.35
9.6.1961	1.43
8.6.1962	1.27
29.5.1963	1.27
28.5.1964	1.27
4.6.1965	1.30
22.6.1966	<u>1.33</u>

keskiarvo 1.31 x MQ

MQ = ko. vuoden vuorokausikulutusten keskiarvo

Kaikki luetellut arvot ovat esiintyneet kesällä touko-elokuussa. Kahdeksasta arvosta kuusi sijoittuu 15 vrk:n ajanjaksolle 28.5.-9.6.

Kuvassa 14 on taulukon aineisto esitetty graafisesti. Vuorokausikäytön $1.4 \times \text{MQ}$ ylittävien arvojen toistumisaika näyttää nykyisin olevan yli kymmenen vuotta, varsinkin kun otetaan huomioon, että suurin arvo (v. 1961) on ajalta, jolloin vedenkäyttö oli n. $30\,000 \text{ m}^3/\text{vrk.}$

1.33 Suurten vuorokausikäyttöjen pysyvyys

Kuvassa 15 on esitetty vuoden vuorokausikäytön keskiarvoa suurempien vuo-

rokausikäyttöjen pysyvyys. Pylväsdiagrammeilla on esitetty niiden vuorokausien yhteenlaskettu lukumäärä, jona vuorokausikäyttö on ollut suurempi kuin $1.0 \times MQ$, $1.1 \times MQ$ ja $1.2 \times MQ$.

Vuorokausikäytön pysyvyys verrattuna vuoden keskimääräiseen vuorokausikäyttöön (MQ) on Turussa v. 1959 - 66 ollut:

Vuorokausikäyttö	Vuosien 1959-66 pysyvyyksien keskiarvo	Min.pysyvyys	Max.pysyvyys
$\geq 1.0 \times MQ$	216 vrk	183 vrk 1963	242 vrk 1966
$\geq 1.1 \times MQ$	66	42 1960	91 1965
$\geq 1.2 \times MQ$	10	5 1964	19 1959

Vuorokausikäyttö on vuoden keskimääräistä vuorokausikulutusta suurempi vuosittain kahtena periodina, joista toinen sattuu alueelle huhti-kesäkuu ja toinen elo-joulukuu. Loppuvuodesta esiintyviin keskimääräistä suurempiin käyttöihin lienee ainoana syynä veden käytön vuoden aikana tapahtunut kasvu.

Kuvassa 16 esitetty graafisesti kunkin vuoden osalta se periodi, jonka ajan jouduttaisiin turvautumaan varastoaltaisiin, edellyttäen, että vedensiirtojärjestelmän kapasiteetti ei voi edes hetkellisesti olla kuvassa esitettyjä arvoja suurempi.

Useimmiten ratkaiseva merkitys osoittautuu olevan periodilla, joka esiintyy huhti-kesäkuun aikana. Loppuvuoden periodin osoittautuminen ratkaisevaksi ei ole kuitenkaan kovin harvinaista.

Arkipäivänä eri viikonpäivien kesken ei esiinny vuorokausikulutuksessa selvästi havaittavia eroja. Sensijaan sunnuntaipäivien veden kulutuksen vuosikeskiarvot ovat v. 1956-66 olleet suuruudeltaan 70-75 % arkipäivien (vuoden) keskimääräisestä vuorokausikulutuksesta.

1.34 Varastotilalaskelmat

Kuvassa 17 on esitetty se varastotilan tarve (m^3), joka olisi vähintään tarvittu kunakin vuonna, jos vedensiirtojärjestelmän kapasiteetti olisi korkeintaan MQ. Kuvassa 16 on esitetty ne aikavälit, joina nämä vesivaras-

tot olisivat olleet tarpeen.

Kuvassa 17 nähdään myös, kuinka monen päivän vedenkäyttöä (MQ) e.m. varastotila vastaa kunakin vuonna. Siitä ilmenee myös mikä on näin määritellyn suhteellisen varastotilan todennäköinen suurin ja pienin arvo sekä käytön toistuvuus.

Voidaan todeta, että suhteellisen varastotilan arvo sattuu aina välille 2 - 10, keskiarvon ollessa 5.

Mikäli edellä esitetystä poiketen vedensiirtojärjestelmän kapasiteetti olisi korkeintaan $1.1 \times MQ$ tai $1.2 MQ$, olisivat vastaavien suhteellisten varastotilojen keskiarvot 0.9 ja 0.3.

Erittäin suurella varmuudella ei tarvittaisi varastotilaa koskaan, mikäli vedensiirtojärjestelmän kapasiteetti Turussa olisi $1.6 \times MQ$ (vrt. kuva 14).

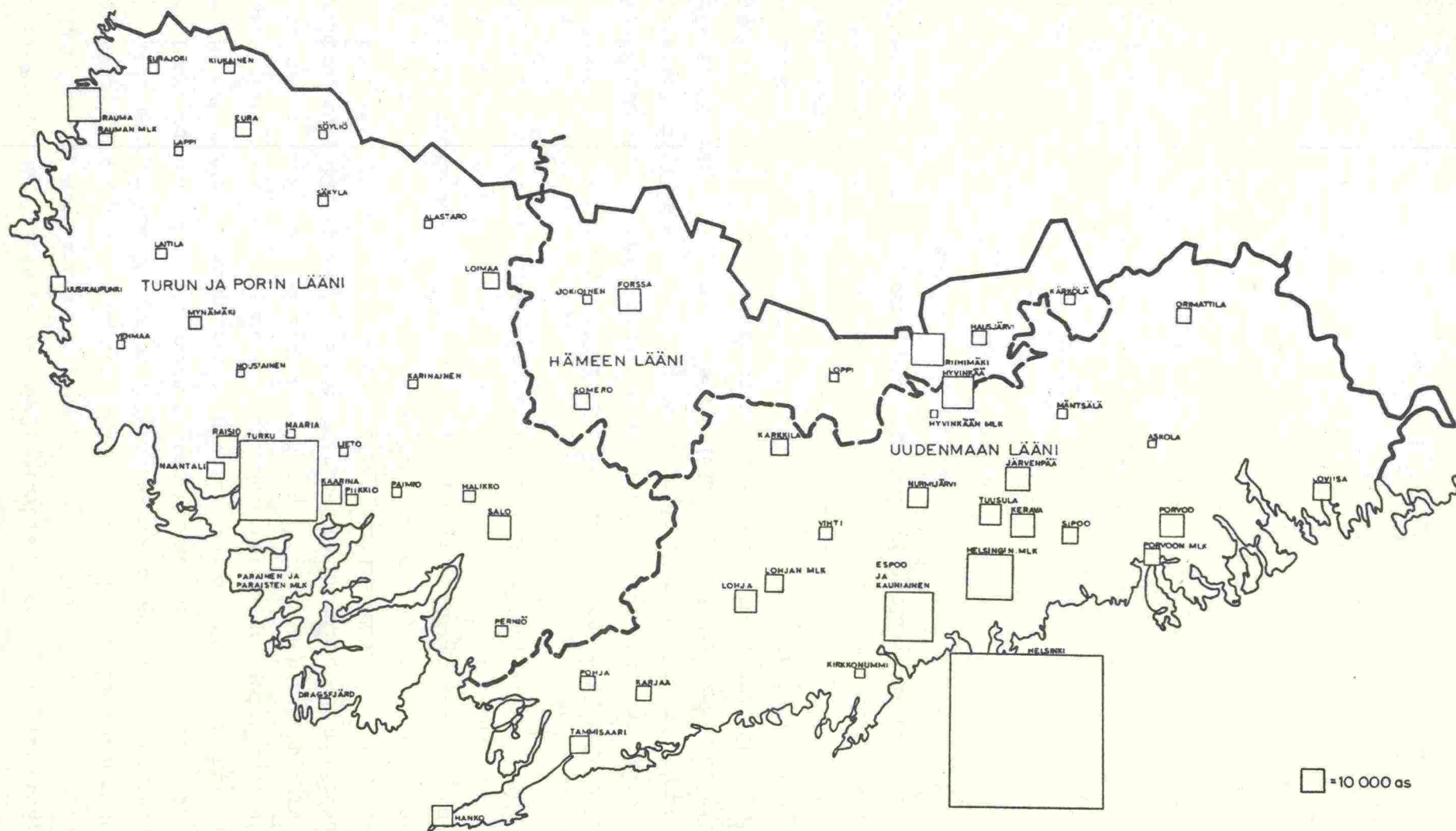
2. Teollisuuslaitokset

Edellisissä kohdissa esitettyihin vedenkäyttölukuihin ja ennusteisiin liittyy teollisuusvedenkäyttöä vain siltä osin kuin laitokset ovat liittyneinä yleiseen vesijohtoverkkoon. Vedenhankintansa omatoimisesti järjestävän teollisuuden veden käyttö koko Etelä-Suomen suunnittelualueella oli v. 1963 $400\,000\text{ m}^3/\text{vrk}$. Tästä oli puunjalostusteollisuuden osuus $261\,000\text{ m}^3/\text{vrk}$. ja muun teollisuuden osuus siten $139\,000\text{ m}^3/\text{vrk}$. Vedenkäytön alueellinen jakautuminen selviää kuvasta 12.

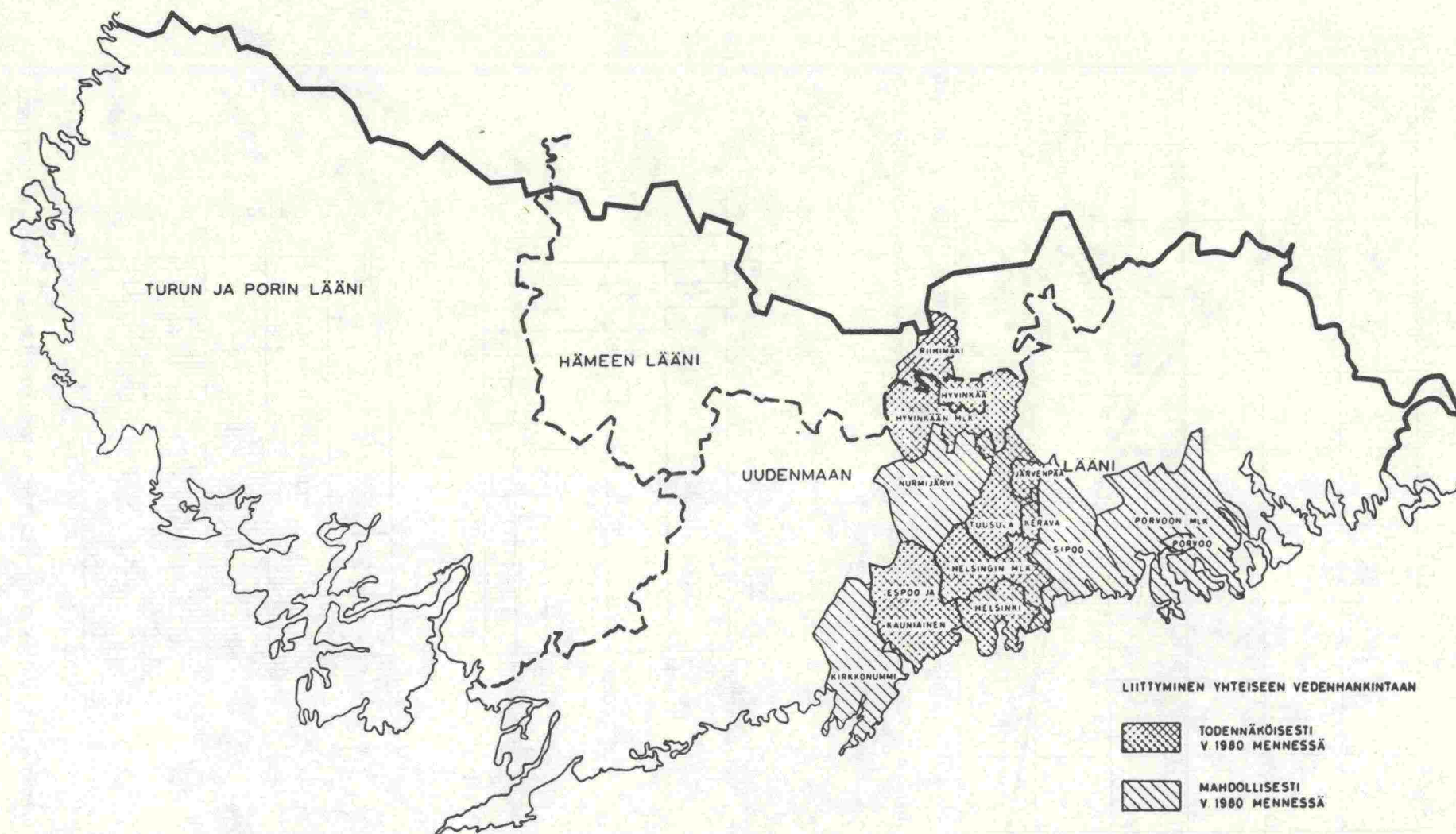
Vedenhankintansa omatoimisesti järjestävän teollisuuden vedentarpeen ennuste joudutaan tekemään vielä epämääräisemmin perustein kun asutuksen osalta on asianlaita. Arvostelun perusteena on pidettävä alueen yleisiä teollistumisedellytyksiä, kuten työvoiman, raaka-aineen ja energian saantia, liikenneyhteyksiä sekä markkinoimisalueita. Tulevan vedentarpeen arviointi näiden perustekijöiden avulla on suuritöistä ja parhaimmillaanakin melko epävarmaa, eikä siihen ole tämän suunnitelman yhteydessä ryhdytty. Toinen arvioimismahdollisuus on otaksua teollisuusveden tarpeellinen tietty vuotuinen kasvuprosentti, joka mm. eräissä Länsi-Euroopan maissa tehtyjen selvitysten mukaan on korkeampi kuin asutuksen vedenkäytön kasvunopeus.

Jos tarkastellaan Helsingin vesihuoltoaluetta ja sen lähiympäristöä, voidaan todeta, että alueella, joka ulottuu Mustionjoesta Porvoonjokeen mainittujen jokien vesistöalueet mukaanlukien, oli teollisuuden vedenkäyttö v. 1963 n. 160 000 m³/vrk. Kuluvan vuoden puoliväliin mennessä perustettujen uusien teollisuuslaitosten vedenkäyttö tällä alueella on noin 55 000 m³/vrk, mikä merkitsee hieman yli kymmenen %:n vuotuista lisäystä. Kasvu ei ehkä jatkuvasti ole näin nopea, ja yleissuunnitelmassa voitaneenkin Länsi-Euroopan maiden esimerkkiä noudattaen tyytyä varautumaan teollisuusveden käytön kaksin- tai kolminkertaistumiseen ennusteaikana eli noin 30 vuodessa. Koska teollisuuden sijoittumista ei voida ennakolta arvioida, on vedenhankintajärjestelyjen oltava luonteeltaan alueellisia edellytyksiä luovia, minkä lisäksi suunniteltujen järjestelyjen on oltava niin joustavasti toisiinsa liittyviä, että hanketta voidaan toteuttaa vaiheittain tarpeen ilmaantuessa.

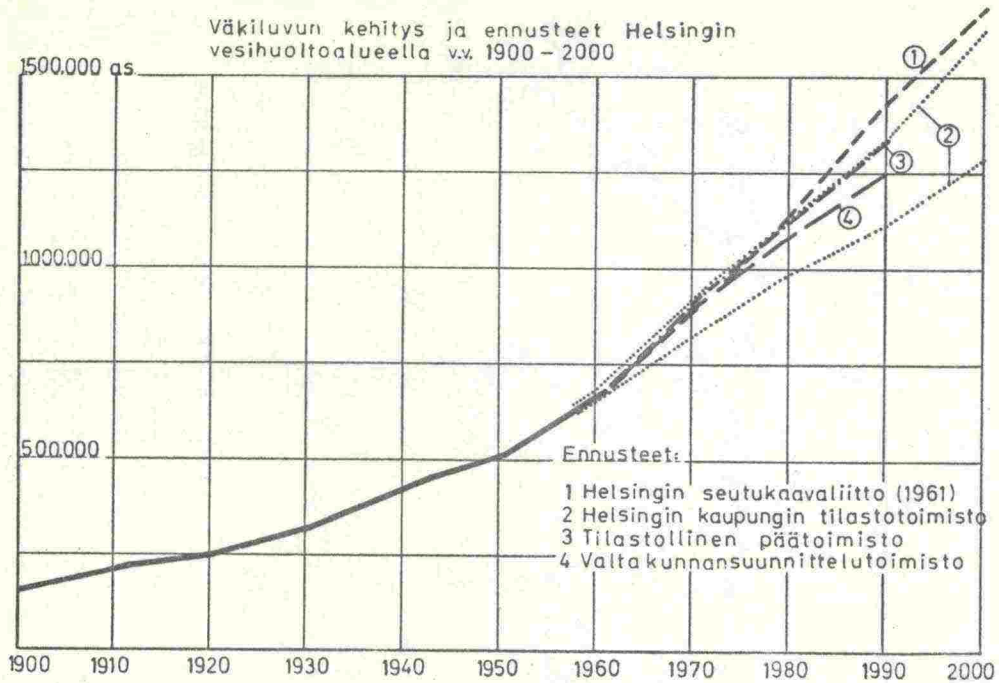
Edelläesitetyn perusteella olisi varauduttava siihen, että Helsingin vesihuoltoalueella ja sen lähituntumassa vedenhankintansa omatoimisesti järjestävän teollisuuden vedentarve lähimmän 30 vuoden aikana nousee ainakin n. 650 000 kuutiometriin vuorokaudessa, mikä virtaamana merkitsee noin 8 m³/sek. Koska ennakolta ei tiedetä teollisuuden tulevia sijoituspaikkoja, ja tasapuolisten kehitysmahdollisuuksien turvaamiseksi on vettä pyrittävä varaamaan alueen eri puolilla, nousee teollisuudelle varattavien vesien yhteismäärä huomattavasti edellä esitettyä arviota korkeammaksi. Asiaa on yksityiskohtaisemmin käsitelty liitteessä B.



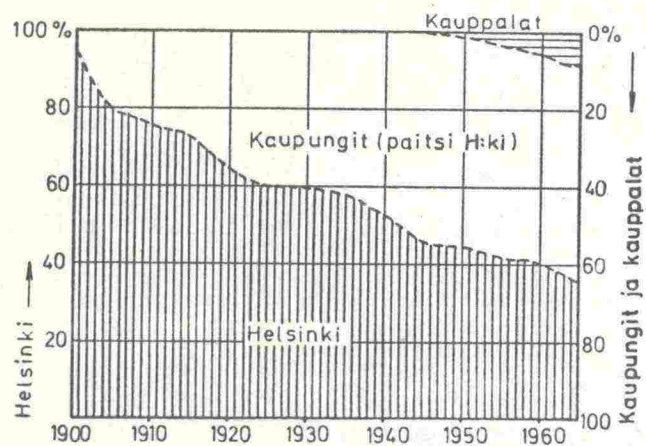
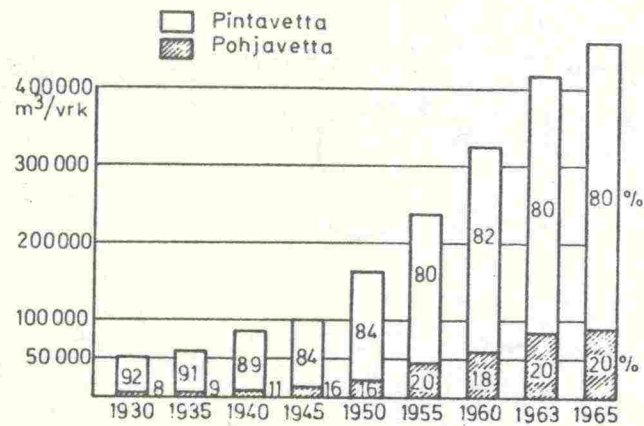
D/Kuva 1. Etelä-Suomen vedenhankintasuunnittelualueen rajat ja yli 1000 asukkaan (v.1960) taajamat



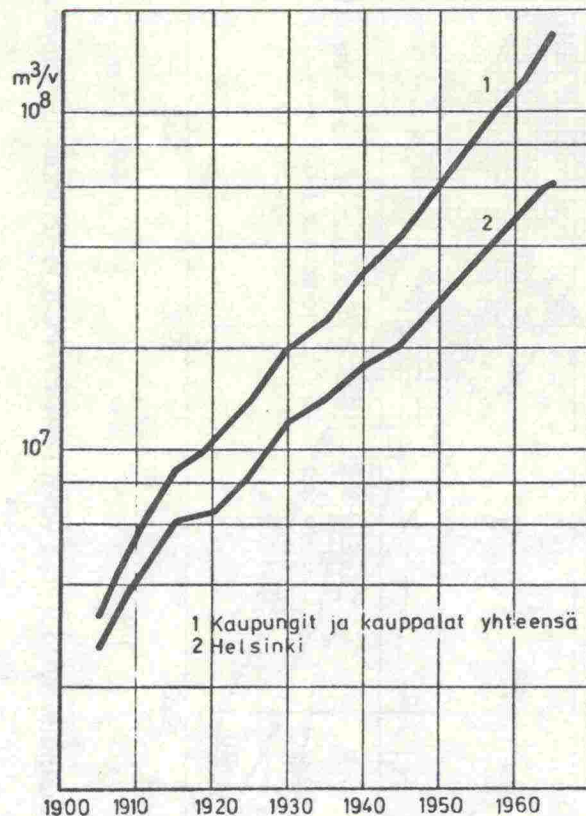
D/Kuva 2. Helsingin vesihuoltoalue



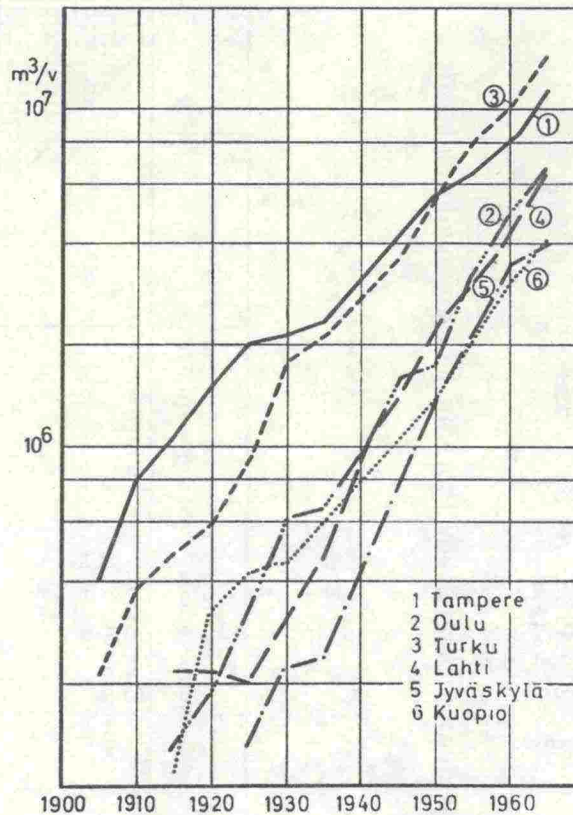
D/Kuva 3. Väkiluvun kehitys ja ennusteet Helsingin vesihuoltoalueella v.v. 1900 - 2000



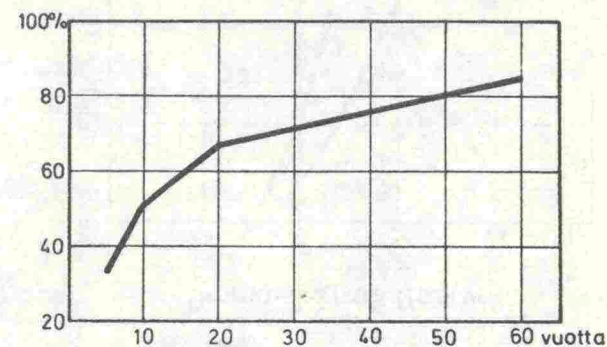
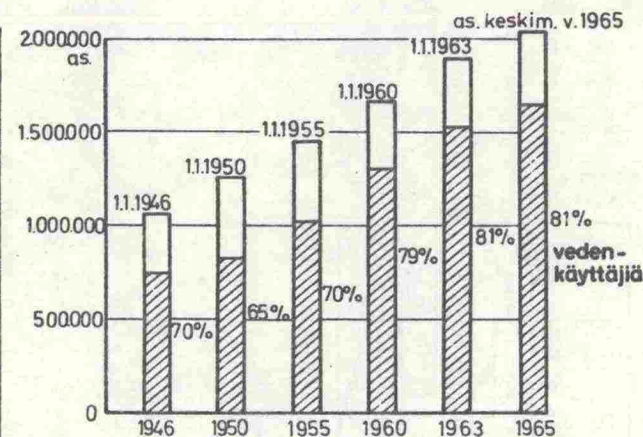
D/Kuva 4. Kaupunkien ja kauppaloiden vedenkäyttö Suomessa vuosina 1960 - 1965



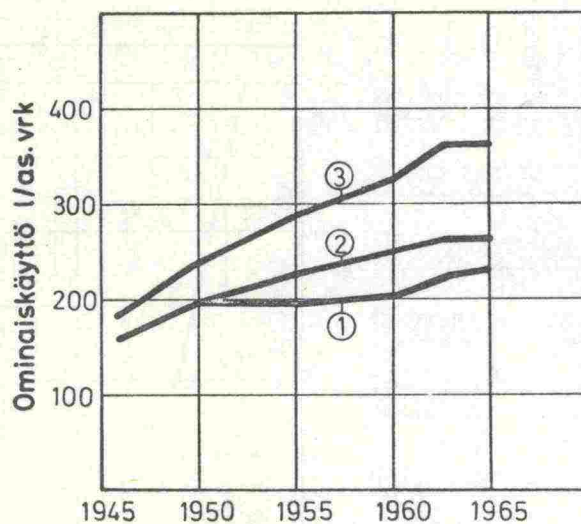
D/Kuva 5. Vuotuinen vedenkäyttö



D/Kuva 6. Vuotuinen vedenkäyttö

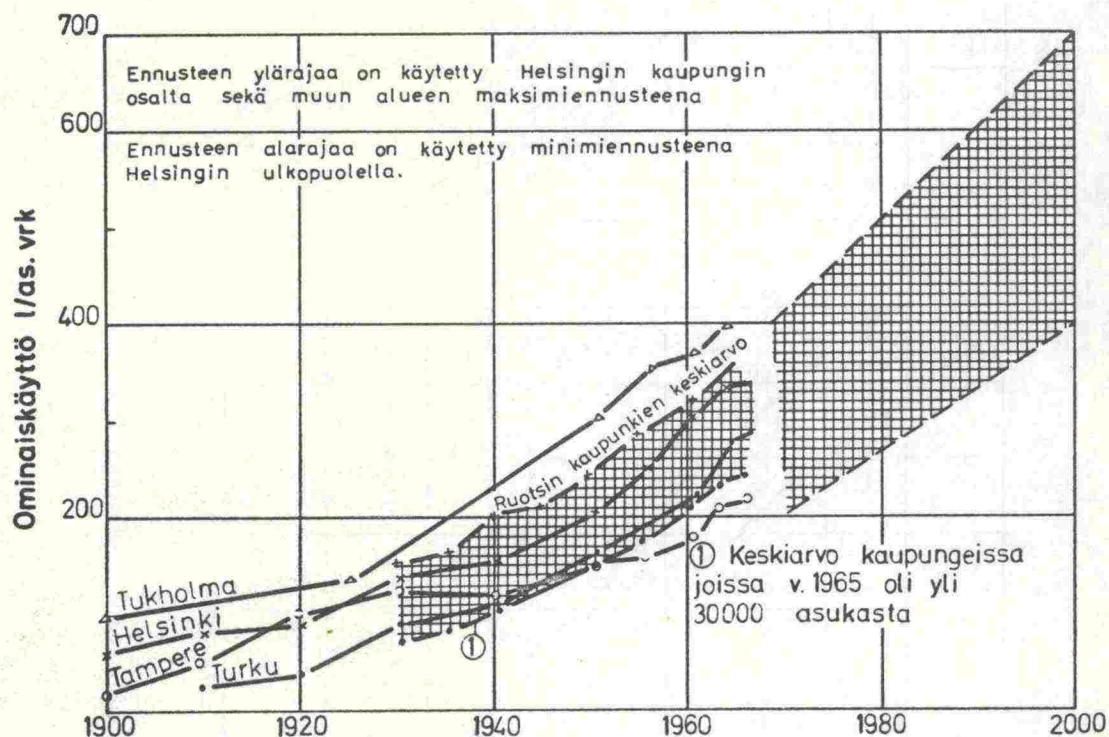


D/Kuva 7. Kaupunkien ja kauppalojen vedenkäyttäjien osuus väkiluvusta vuosina 1946 - 1965 sekä liittymisprosentin keskim. kasvu vesilaitoksen perustamisesta lukien.

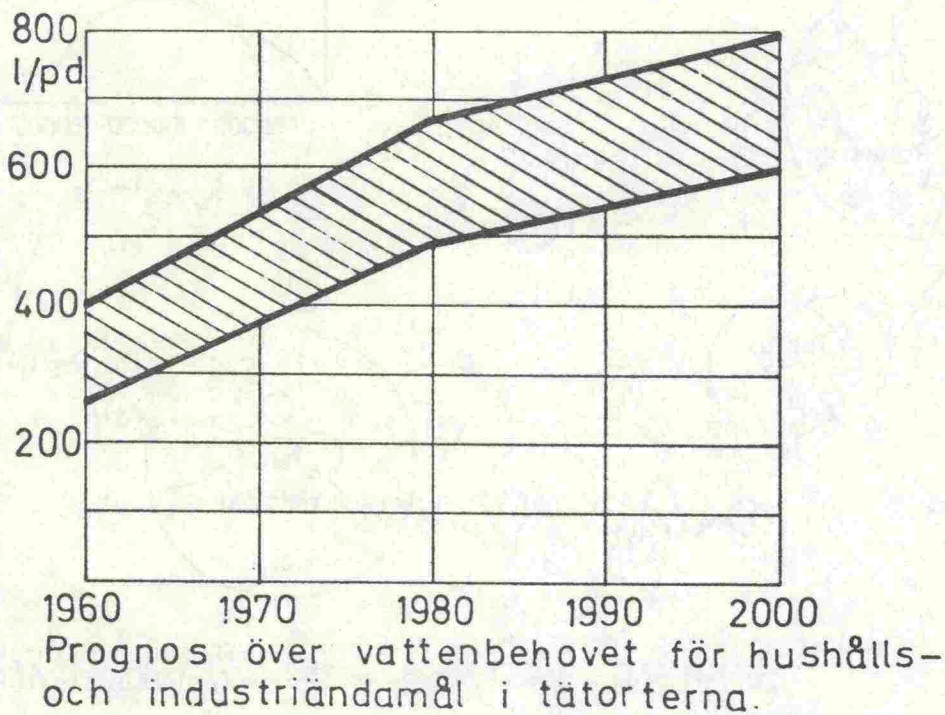
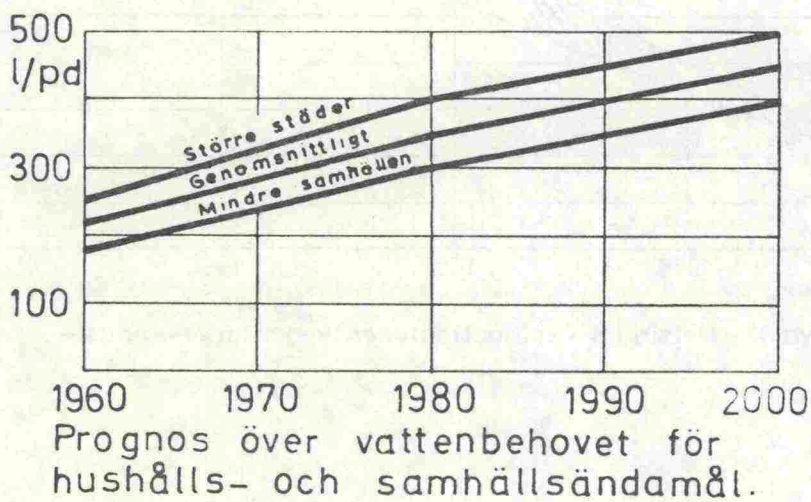
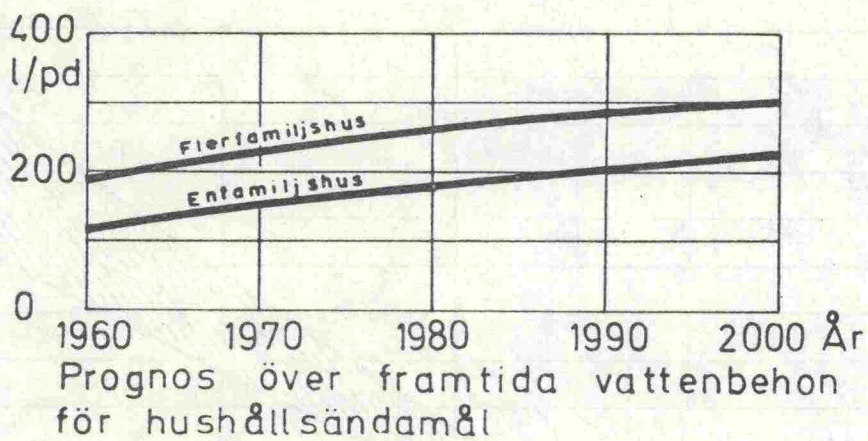


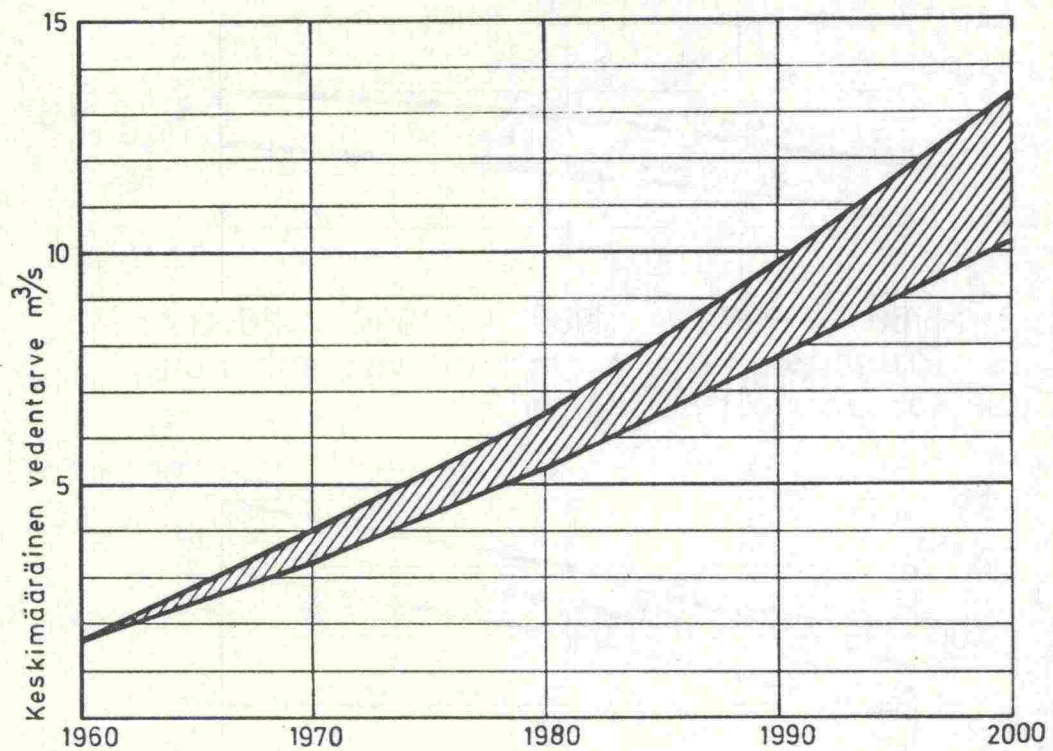
- 1 Kaupungit ja kauppalat keskiarvo
 2 v.1965 yli 3000 asukkaan kaupungit
 3 Helsinki

D/Kuva 8. Ominaiskäyttöarvoja kuluttajaluvun mukaan

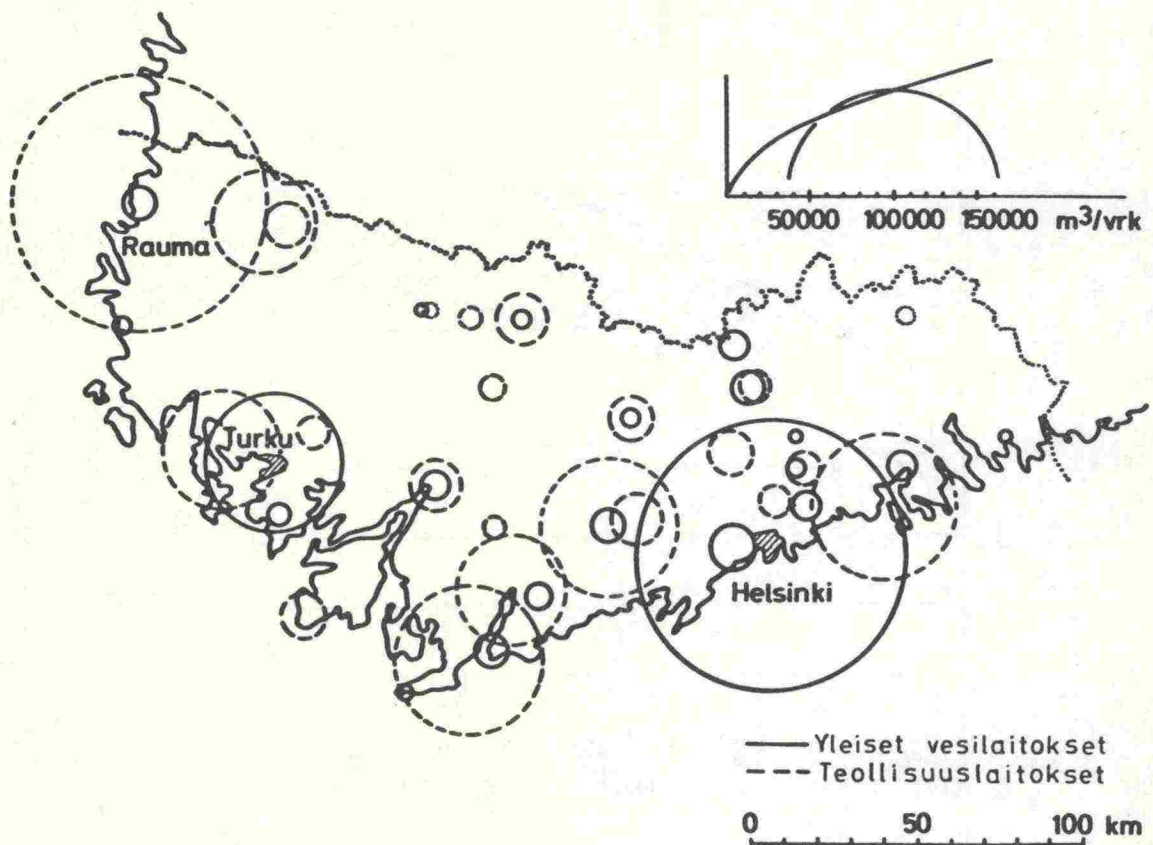


D/Kuva 9. Ominaiskäyttöarvoja väkiluvun mukaan ja ominaiskäyttöennusteet

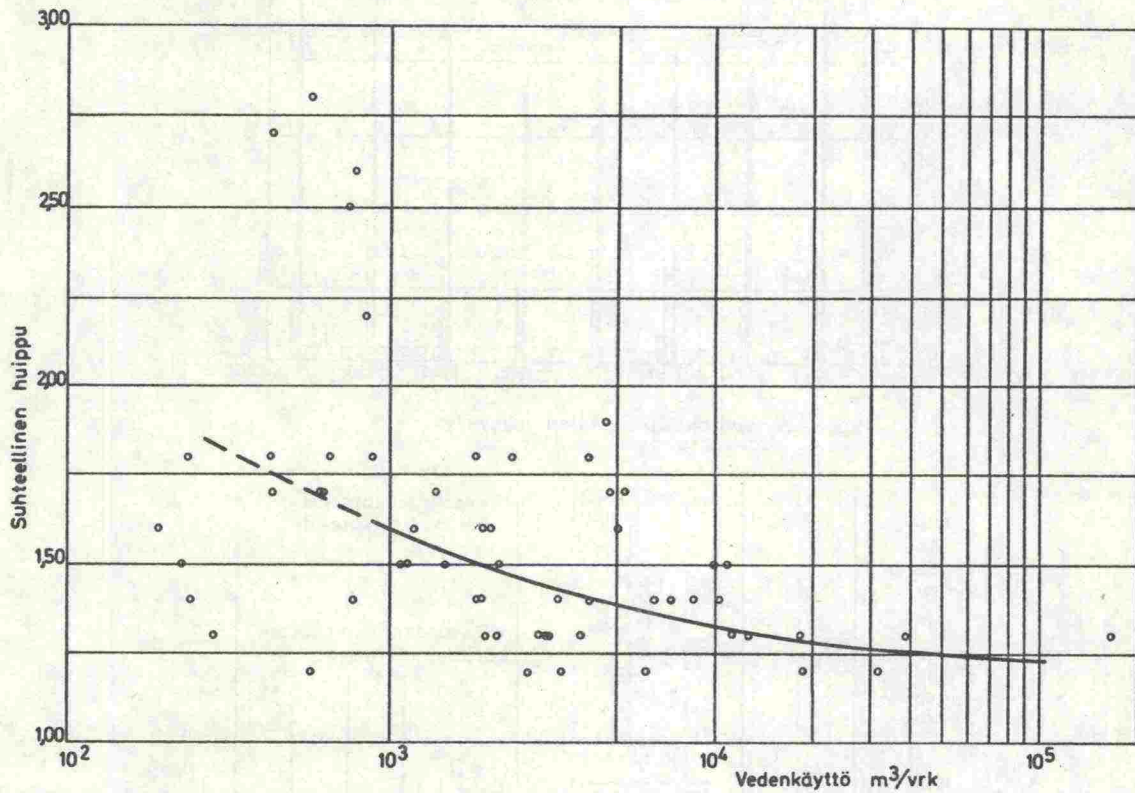




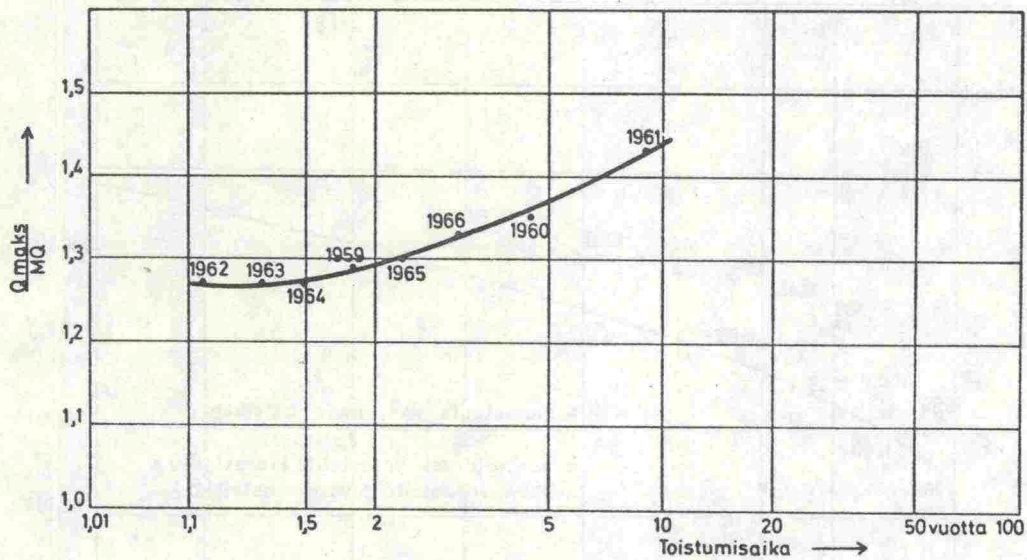
D/Kuva 11. Helsingin vesihuoltoalueen vedentarve-ennuste



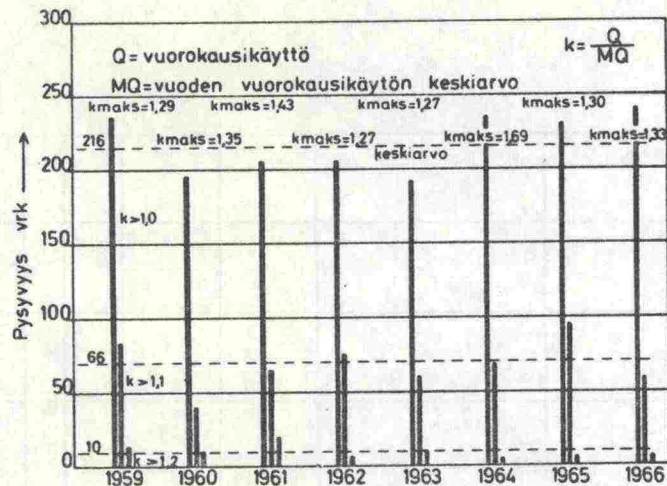
D/Kuva 12. Veden käyttö vuonna 1963



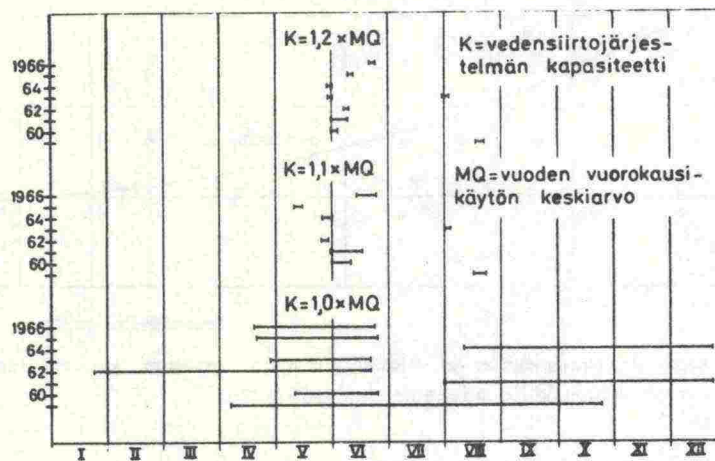
D/Kuva 13. Suurimman vuorokausikäytön ja vuosikeskiarvosta lasketun keskimääräisen vuorokausikäytön suhde Suomen kaupunki- ja kauppalakunnissa v.1965



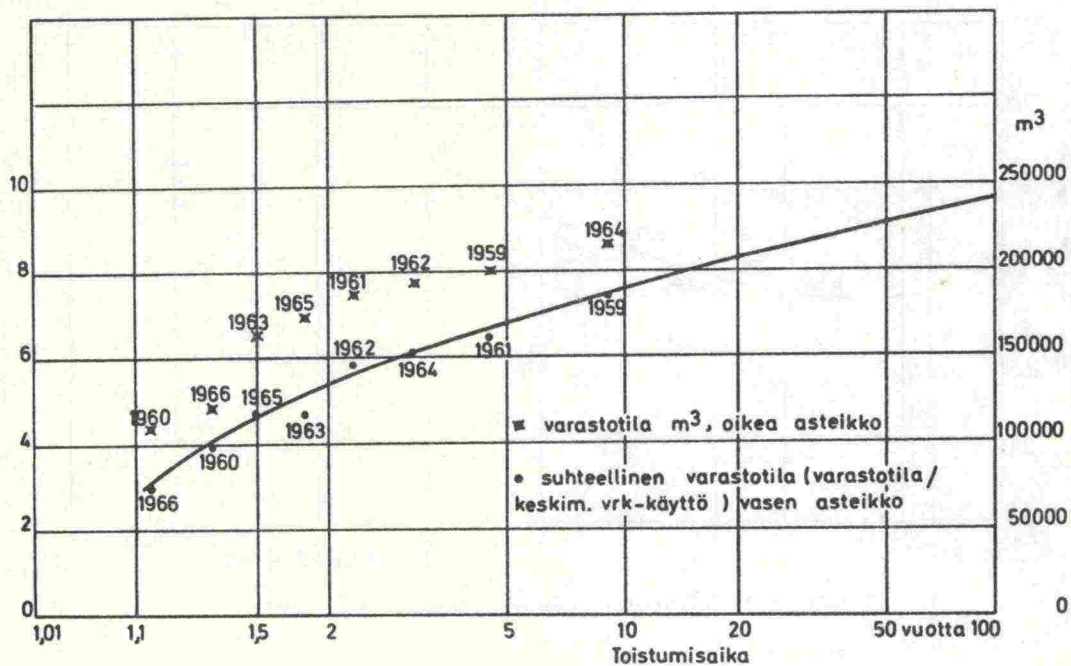
D/Kuva 14. Suurimman vuorokausikäytön toistuvuus



Kuva 15. Vuorokausikäyttöjen pysyvyys



Kuva 16. Varastoaltaiden käyttöaika vedensiirtojärjestelmän eri kapasiteeteilla



D/Kuva 17. Varastotilan tarve ja varaston suhteellinen suuruus keskimääräiselle vedenkäytölle mitoitetussa siirtojärjestelmässä

Liite E. Päijänne - Helsinki tunnelitutkimukset	Sivu
1. Johdanto	2
1.1 Tavoitteet	2
1.2 Tutkimusvaiheet	3
1.3 Linjavaihtoehtojen vertailusta	4
2. Tunnelilinjan geologiset pääpiirteet	6
2.1 Topografia ja maaperä	6
2.2 Kallioperä	8
2.3 Pohjavesi	9
3. Tunnelin ehdotettu sijainti	10
3.1 Tunnelilinjan kulku	10
3.2 Rakennusaikaiset sisäänmenokohdat	11
3.3 Tunnelin syvyystaso	13
4. Linjan tunnelinrakennusteknilliset edellytykset	14
4.1 Selvitysmenetelmät	14
4.2 Kallioperän louhittavuus	16
4.3 Lujitustarve	18
5. Rakennuskustannukset	21
6. Tarvittavat jatkoselvitykset	22
6.1 Pohjavesiselvitykset	22
6.2 Sisäänmenokohtien tarkistus	23
6.3 Tunnelilinjan yksityiskohtien tarkistus	23
6.4 Tunnelin mittaus- ja kartoitustyöt	24
6.5 Louheen käytön selvitys	26
6.6 Lunastus- ja korvausselvitykset	26

1. Johdanto

1.1 Tavoitteet

Tutkimusten tarkoituksena on selvittää maa- ja kallioperäsuhteita Päijänteen ja Helsingin välillä edullisimman tunnelisuunnan löytämiseksi ottamalla huomioon tunnelille asetetut teknilliset vaatimukset ja suunnitella alustavasti tunnelirakennuksen vaatimia louhinta- ja lujitus-toimenpiteitä sekä arvioida alustavasti tunnelin rakennuskustannuksia. Tunneliin liittyviä vedenotto-, pumppaus-, paineentasaus- ym. kallioperän laadusta lähes riippumattomia laitteita ja niiden vaatimia kalliio-tiloja ei ole tarkoitus tässä yhteydessä käsitellä.

Tunneli jakautuu kahteen jotakuinkin yhtä pitkään osaan, joista pohjoisempaa, Päijänteestä Hausjärvelle ulottuvaa käsitellään seuraavassa tutkimusten keskeneräisyyden vuoksi vain vähän. Eteläisempi osa on perusteellisemmin selvitetty, koska sen tutkimukset alettiin ensin. Tämän osan alku- ja päätepisteet oli etukäteen sijainniltaan muutaman sadan metrin tarkkuudella määrätty (välimatka n. 60 km). Alkukohta on Hausjärvellä, kohdassa missä pohjoisesta tuleva Puujoki kääntää kulkunsa jyrkästi länsi-luoteeseen, Vuolteenkosken maantiesillan kohdalla olevan padon yläpuolella. Eteläinen päätepiste on Silvolaan tekojärvi Helsingin maalaiskunnassa, josta päästä paalulukemat on käytännön syistä pantu alkamaan. Alku- ja päätepisteiden välillä ei ollut etukäteen tarkkaan määrättyjä välipisteitä, mutta tunnelin edullisinta suuntaa määrättäessä tuli ottaa huomioon se, että tunnelista tullaan ottamaan vettä myös Riihimäen - Hyvinkään sekä Järvenpään - Tuusulan - Keravan asutustajamiin. Lisäksi oli otettava huomioon tunnelin koko, 10...15 m².

Alin paineviiva, jonka alapuolelle tunneli kokonaisuudessaan tulee rakentaa, on suora viiva Päijänteen Asikkalan selästä (+78) Silvolaan tasolle n. + 10 m, joka tunnelin syvyyttä ajatellen sisältää jo melkoisen varmuusmarginaalin, sillä Silvolaan on veden pinta n. +42 m.

1.2 Tutkimusvaiheet

Tunnelitutkimukset suoritettiin Hausjärven - Helsingin osuudella pääasiassa aikana heinäkuu 1965...lokakuu 1966. Päijänteen - Hausjärven osuutta alettiin tutkia keväällä 1967. Sen pohjoisempi puolikas vedenottopaikkoi-
neen annettiin Helsingin kaupungin vesilaitoksen ja geoteknillisen toimiston selvitettäväksi. Tutkimukset Hausjärven pohjoispuolella ovat vielä (marraskuussa 1967) kesken.

Tie- ja vesirakennushallituksen Hausjärven eteläpuolella suorittamissa tutkimuksissa oli kolme vaihetta:

1. Alustavien tunnelivaihtoehtojen valinta ilmakuva- ja kartta-analyysin perusteella.
2. Kenttätöihin, lähinnä seismisiin luotauksiin perustuvat vaihtoehtoisten tunnelilinjoiden vertailututkimukset ja edullisimman tunnelilinjan valinta.
3. Edullisimman tunnelilinjan alustava rakennusteknillinen tutkimus lähinnä seismisten luotausten ja timanttikairausten perusteella.

Alustavien karttatutkimusten kohteeksi valittiin tunnelin päätepisteiden ja edellämäinittujen, väljästi määrättyjen välipisteiden väliltä pitkulaiset alueet, joiden leveys oli keskikohdalta noin puolet pisteiden suorasta välimatkasta. Näin suurta leveyttä käytettiin, jotta kaikki suoraa linjaa vain 10 % pitemmät linjamahdollisuudet varmasti sisältyivät alustavaan kartta-analyysiin. Tärkeimpänä pohjamateriaalina tässä olivat stereoilmakuvat 1:60 000, 1:20 000 ja 1:10 000, geologiset kallio- ja maaperäkartat 1:100 000 sekä topografiset kartat mittakaavoissa 1:10 000... 1:100 000. Kartta-analyysillä pyrittiin paikallistamaan kaikki ruhjeita mahdollisimman paljon välttävät ja kallioperän liuskeisuus- ym. suuntiin edullisimmin suhtautuvat mahdolliset tunnelilinjavaihtoehdot. Saatujen rinnakkaisten vaihtoehtojen lukumäärä vaihtelee eri kohdilla ollen yleensä 3...10 kpl. Nämä alustavat linjavaihtoehdot olivat paikoin satoja metrejä leveitä vyöhykkeitä.

Edullisimman tunnelilinjan valinta suoritettiin linjavaihtoehtojen väli-

senä kustannusvertailuna. Laskelmien perusteeksi suoritettiin linjoilla kenttätutkimuksia, erityisesti niiden kriitilliksi katsotuissa kohdissa kuten laaksoissa ja ruhjevyyhykkeissä. Nämä vertailevat tutkimukset käsittivät seismisten luotausten lisäksi kallio- ja maaperäkartoitusta sekä maakairautta. Näillä perusteilla on ehdotetun tunnelilinjan kiinnepisteet määrätty yleensä muutamien metrien tarkkuudella, mutta hankalimmissa, lisätutkimuksia vaativissa paikoissa on tarkkuus toistaiseksi vain muutamia kymmeniä metrejä.

Kolmantena tutkimusvaiheena suoritettiin edullisimmaksi havaitulla tunnelilinjalla yksityiskohtaisia kenttätutkimuksia. Niiden tarkoituksena on tarkentaa tunnelilinjan rakennusteknisistä edellytyksistä saatuja tietoja tunnelilouhinnan suunnittelemista ja rakennuskustannusten laske- mista varten, niin että ikäviltä yllätyksiltä rakennusaikana ja myöhemmin voidaan välttyä. Tässä tutkimusvaiheessa selvitettiin kallion laatua räjäytysseismisen luotauksen sekä timanttikairauksen ja siihen liittyvän vedenläpäisevyyksmittauksen avulla tarkkaan linjan kriitillisissä kohdissa kuten laaksoissa ja paksujen maakerrosten alla. Näiden tutkimusten perusteella määrättiin yksityiskohtaisesti tunnelin ehdotettu asema kalliossa sekä ne lujitus- ja tiivistystoimenpiteet, joihin on varauduttava. Oheista ehdotusta ei silti ole tarkoitettu ehdottoman lopulliseksi, varsinkin ehdotettu syvyystaso on katsottava lähinnä suuntaa-antavaksi. Tutkimuksilla on varmistettu tunnelintekomahdollisuudet linjan hankalimmissakin kohdissa irtomaapeitteen alla, mutta tunnelin tarkempi suunnittelu ja rakentaminen edellyttävät vielä perusteellisempia lisätutkimuksia, jotka kannattanee suorittaa vasta rakentamispäätöksen jälkeen.

1.3 Linjavaihtoehtojen vertailusta

Rakennusteknisiltä edellytyksiltään edullisimman tunnelilinjan löytäminen oli Puujoki - Helsinki tunnelitutkimusten keskeinen päämäärä. Alustavalla kartta-analyysillä edullisiksi arvioituja linjavaihtoehtoja oli suhteellisen paljon. Siksi oli tarkoituksenmukaisinta rajoittaa niillä olevien kriitillisten kohtien kenttätutkimukset seismisiin luotauksiin ja maaporauksiin, jotka ovat timanttikairautta joustavampia ja halvempia, vaikkakin tuloksiltaan epätarkempia tutkimusmenetelmiä. Nämä karttatutkimuksilla täydennetyt vaihtoehtoisten tunnelilinjojen selvitykset koh-

distuvat lähinnä seuraaviin seikkoihin:

- 1) Kivilajit. Niiden mineraalikoostumus, rakenne, rapautuneisuus ja anisotropia (liuskeisuuden, kerroksellisuuden ja rakoilun suunnat ja kehittyneisyys) selvitettiin kalliopaljastumien kartoituksella.
- 2) Kallion pinnan korkeustaso. Tämä selvitettiin paksujen moreeni- ja savikerrosten kohdalla sekä harju- ja turvemaidella 12-kanavaisella räjäytysseismografilla. Ohuen moreenikerroksen kohdalla käytettiin myös maaporausta ja vasaraseismistä luotausta. Maanpinnan korkeustaso sidottiin vaaituksin läheisiin kiintopisteisiin.
- 3) Kallioperän heikkouslinjat ja -vyöhykkeet. Niiden suunnasta, leveydestä, pohjan korkeustasosta ja kiviaineksen keskimääräisestä kiinteydestä hankittiin tietoja lähinnä räjäytysseismisellä luotauksella. Luotausten ohjaamiseen tarkoituksenmukaisille kohdille ja varmistamiseen käytettiin lisäksi maaporausta ja heijarikairausta. Muutamassa paikassa oli edullisimman linjan määrittämiseksi turvauduttava timanttikairaukseen.
- 4) Irtaimet maalajit ja pohjavesi. Maakerrosten paksuudesta ja koostumuksesta sekä pohjaveden pinnasta hankittiin tarpeellisia tietoja erilaisilla maakairauksilla ja seismisillä luotauksilla. Niiden perusteella tehtiin päätelmiä pohjaveden virtaamismahdollisuuksista kallion ruhjekohdissa ja niiden yläpuolella olevissa maakerroksissa.

Tunnelivaihtoehtojen välisten edullisuusvertailujen suorittamiseksi edellämäinittujen kenttätutkimusten tulokset muunnettiin rakennusteknillisiksi ja rahallisiksi arvoiksi, niin että vertailu voitiin suorittaa numeerisena laskutoimituksena. Koska valmiin tunnelin tulisi pysyä käyttökelpoisena ilman huoltokustannuksia ja koska tulevan rakennustyön kiireellisyyttä, louhittavan kiven yksityiskohtaista käyttöä, paikallisen tieverkon kehitystä yms. seikkoja oli hankalaa ennustaa linjojen vertailun yhteydessä, valittiin vertailutekijöiksi seuraavien seikkojen aiheuttamat, kullekin vaihtoehtoiselle linjalle erikseen arvioidut kus-

tannukset:

1. Louhinta erilaatuisissa kalliooperän kohdissa
2. Lujitus- ja tiivistystoimenpiteet erilaatuisissa kalliooperän heikkouskohdissa
3. Sisäänmenokohtien (sivutunneleiden) lukumäärä, välimatka ja syvyys (pituus)
4. Tunnelin etäisyys eräistä vedenkäyttöalueista
5. Tunnelin suunnittelun ja rakentamisen vaatimat jatkotutkimukset.

Kaikki nämä tekijät ovat suuresti riippuvia tunnelinrakennuksen tulevasta kehityksestä ja sentähden niiden numeerinen arviointi on ollut subjektiivista. Tarpeellisten, etupäässä seismistä luotausta ja timanttikairausta käsittävien jatkotutkimusten arvioitu määrä ja kustannukset vaihtelivat suuresti eri linjavaihtoehtoilla. Paksuja irtomaakerroksia runsaasti käsittävillä vaihtoehtolinjoilla tutkimuskustannukset saattavat nousta useihin prosentteihin rakennuskustannuksista. Niiden huomioimisella varsinaisten rakennuskustannusten lisäksi pyrittiin siihen, että ehdotettu tunnelilinja on kokonaiskustannuksiltaan halvin. Pelkiltä rakennuskustannuksiltaan muutamaa prosenttia tai prosentin osaa valitun linjan eri osuuksia edullisempia linjavaihtoehtoja saattaa niinollen olla olemassa. Vaihtoehtojen etsiminen ja selvittäminen esim. hankalasti tutkittavilla harju- ja hietikkoalueilla maksaisi kuitenkin enemmän kuin mitä niiden mahdollisesta vähän halvemmasta rakentamisesta voitettaisiin.

Edellämäinituilla perusteilla suoritettujen vertailulaskelmien mukaan Hausjärvi - Helsinki välin edullisimman tunnelilinjan eri osuudet olivat kokonaiskustannuksiltaan yleensä 1...20 % rinnakkaisia vaihtoehtoja halvempia. Välillä Päijänne - Hausjärvi ei linjavaihtoehtojen vertailua ole vielä suoritettu.

2. Tunnelilinjan geologiset pääpiirteet

2.1 Topografia ja maaperä

Tunnelilinjan topografia ja kaltevuussuhteet käyvät ilmi profiilista (karttaliite, kuva 2). Maaston yleiskaltevuus etelään on suurinpiirtein sama kuin Päijänteestä Silvolaan vedetty alin paineviiva, niin että paineviivan

keskisyvyys maanpinnasta ei vaihtelee suuresti linjan eri osissa. Vain lievä kynnyt voitaneen erottaa eteläpäästä lukien n. paalulukeman km 25 kohdalla, sillä alimman paineviivan keskisyvyys on paaluvälillä km 0...25 suunnilleen 30...40 m, ja tämän pohjoispuolella noin 50...60 m. Laaksokohdista mitattu kalliopinnan pohjataso on paaluvälillä km 0...25 korkeustasolla noin +10...+20 ja paaluvälillä km 25...60 tasolla + 50...+60. Pohjoisempänä kalliolaaksojen pohjataso vaihtelee hieman enemmän. Kun laaksojen pohjalla kallion laatu on säännöllisesti rakennusteknillisesti verrattain huonoa, voidaan todeta, että laaksojen kalliopinnan pohjataso jo määräisi tunnelin rakennettavaksi syvyyteen, joka lähes kaikkialla alittaa alimman paineviivan syvyyden.

Paikalliset maanpinnan korkeusvaihtelut tunnelilinjalta ovat 20...50 m:n suuruusluokkaa, kilometrilukeman 75 pohjoispuolella paikoin hieman suurempiakin. Kalliopinnan korkeusvaihtelut ovat huomattavasti suuremmat, sillä kohoumat ovat useimmiten kalliomäkiä kallion painuessa laaksokohdissa maanpinnasta lukien yleensä n. 20...30 m:n syvyyteen. Linjan kohoumien topografian säätävät siis kallioperän muodot. Laaksokohdissa topografia määräytyy kallion päällä olevista maakerroksista, jotka useimmiten ovat lähinnä savi- ja hiesumaita. Näiden ja kallioperän välissä on yleensä ohut moreenikerros mutta paikoin siinä on tavattu myös karkeita lajittuneita maalajeja, lähinnä hiekkaa. Itse laaksojen sijainnin määrää useimmiten kallioperän pintaosan murrosrakenne laaksojen edustassa yleensä kallioperän ruhjeita.

Hausjärven eteläpuolella tunnelilinja leikkaa kahdessa kohdassa harjuvyöhykkeitä, joiden kohdalla topografia poikkeaa edellämäinitusta. Hyrylästä Hyvinkäälle suuntautuvan kaakkois-luoteissuuntaisen harjujakson tunnelilinja leikkaa paalulukemalla km 26. Tässä on todettu lajittunutta harjuainesta lähes 50 metrin paksuudelta. Eteläisemmän Salpausselän lounais-koillissuuntaisen harjanteen tunnelilinja leikkaa paalulukeman km 57 tienoilla kohdassa, jossa muodostuma on sen keskimääräisiin dimensioihin verrattuna matala ja kapea, vain muutamia satoja metrejä leveä. Siitä huolimatta linjan kohdalla sielläkin on lähes 50 metrin paksuinen maakerros.

Tunnelilinjan pohjoisemmassa puoliskossa on Salpausselkiin liittyviä paksuja sora- ja hiekkakerrostumia Kosken kirkonkylässä ja etenkin Asikkalan kirkonkylän seuduilla.

2.2 Kallioperä

Kallioperä tunnelilinjalla ja sen lähiympäristössä on rakenteeltaan ja kivilajeiltaan vaihteleva, ja se on sentähden huomattavasti vaikuttanut suunnitellun tunneliinjän kulkuun. Kivilajien alueellinen sijoittuminen alustavien vaihtoehtoisten tunnelilinjojen muodostamalla vyöhykkeellä välillä Hausjärvi - Helsinki käy ilmi kuvasta 3 (karttaliite). Täällä ovat edullisimman linjan kivilajit pääasiassa Etelä-Suomen tyyppillisiä kivilajeja, graniittia ja erilaisia kvartsi-, maasälpä- ja biotiittivaltaisia liuskekivilajeja, sekä varsinkin näiden muodostamia seoskivilajeja eli migmatiitteja. Muutaman kilometrin matkalla tunneli lävistää myös tummista mineraaleista rikasta liuskekivilajia, amfiboliittia. Tunnelinja joutuu eräin paikoin kulkemaan kivilajien liuskeisuuteen ja rakoi-luun nähden epäedullisesti, koska niiltä osin ei katsottu olleen parempia mahdollisuuksia tarjolla.

Yleisesti ottaen linjalla ja sen ympäristössä on kallionpaljastumia riittävän tiheässä, niin että ne antavat tunnelin kallioperästä ruhjekohtia lukuunottamatta luotettavan kuvan louhintaa ajatellen. Välin Päijänne - Hausjärvi kallioperän yksityiskohtainen selvitys ei kuitenkaan ole vielä valmis.

Alueen kallioperässä on paljon murroksia ja ruhjeita. Nämä pirstovat kallioperän suurilohkoiseksi mosaiikiksi, niin että pitkien tunnelien on mahdotonta välttää niitä. Ruhjeisuus vähenee olennaisesti syvermälle mentäessä, mutta ruhjeiden kiertäminen alakautta on kaltevassa suunnassa tapahtuvan louhinnan vuoksi suhteellisesti paljon hankalampaa kuin sivusuunnassa. Ruhjeisiin liittyvät pinnalliset rapautumisvyöhykkeet on silti pyrittävä alittamaan. Koska ruhjeiden välttäminen on ollut yksi pääteki-jöistä tunnelin suuntaamisessa, on ehdotetun linjan kulku Hausjärven ja Helsingin välillä saatu sellaiseksi, että merkittäviä ruhjeita on linjalla harvemmassa kuin 1 kpl/3 km. Näiden ruhjeiden vuoksi joudutaan tunnelia huomattavasti lujittamaan. Vähäisempiä murroksia ja rakoja, joista pieni osa aina myös tulee vaatimaan lujitus- ja tiivistystoimenpiteitä, ei ole selvitetty. Niitä ei voisi nykyisin menetelmin tarkoillakaan ennakkotutkimuksilla saada täysin luotettavasti selville.

Tunnelilinjän loivan mutkittelun takia linjalla on huomattavasti vähem-

män lujitettavia ruhjekohtia kuin tunnelin päätepisteiden välille vedetyllä suoralla viivalla. Kuitenkin tunnelin on lävistettävä muutama suuri ruhje, joiden kiertämistä niiden pituuden ja syvyyden vuoksi ei voida ajatella. Yksi tällainen on paalulukeman km 8 kohdalla olevassa Tuusulanjoen laaksossa, joka maastossa on ainakin toista sataa km pitkä ja yleensä satoja metrejä leveä. Pohjoisempana on Salpausselkien harjualueella ja välittömästi sen eteläpuolella useita suuria ruhjeita, joista tiedot perustuvat paikalla suoritettuun seismiseen luotaukseen ja timanttikairaukseen. Ruhjeiden pituudesta, joka yleensä myös indikoi niiden syvyyttä, ei ole voitu kallionpinnan peitteisyyden takia saada luotettavaa kuvaa. Pahimmassa tapauksessa, joka kyllä geologisesti on perusteltavissa ja jota analogiset havainnot harjumuodostumista muualla vahvistavat, näillä harjualueilla olevat ruhjeet ovat samaa luokkaa kuin Tuusulanjoen kohdalla oleva.

2.3 Pohjavesi

Pohjaveden pinta on tunnelilinjan painaumakohdissa hyvin lähellä maan pintaa, yleensä muutaman metrin sen alla, mutta paikoin on laaksoissa myös savikerrosten salpaamaa paineenalaista pohjavettä, jonka paine vastaisi vedenpinnantasoa 1...2 m maanpinnan yläpuolella. Tunnelin toimiessa voidaan paineviivaa pitää melko lähellä kriitillisten laaksokohtien pohjaveden pinnan tasoa. Sensijaan tunnelia rakennettaessa, jolloin siinä itsessään ei ole hydrostaattista painetta, joutuu kallioperän ja kriitillisissä kohdissa myös sen yläpuolella olevan maaperän vedenläpäisevyys tai oikearmin -pitävyys kovalle koetukselle.

Timanttikairauksien yhteydessä suoritettujen vesimenekkimittausten mukaan kallioperän vedenläpäisevyys oli tutkituilla kohdilla pieni. Mittauksissa käytetty kahden ilmakehän paine ei kuitenkaan vastaa rakennusaikaista tunneliin suuntautuvaa, aina 4...9 ilmakehän suuruista pohjaveden painetta. On odotettavissa, että suuremman paineen vaikuttaessa avautuu osa tiiviistäkin raoista saattaen aiheuttaa tunneliin vuotokohtia. Eräissä ruhjekohdissa on kallion päällä vettäläpäiseviä hieta- tai hiekkakerroksia, jolloin on tarjolla pohjavesieroosion ja maa-ainesten tunneliin valumisen vaara. Koska tällaiset vaaralliset kohdat näkyvät profiileista ja niihin siten voidaan etukäteen varautua, ei tunnelin rakennusaikaista täyttymistä irtomaa-aineksilla tarvinne pelätä.

Vaikka suuret ruhjeet ovat yleensä tiiviisti vettäläpäisemättömän kalliosaven tukkimia, on asianlaita yleensä päinvastoin pienempien murtumien ja rakojen suhteen. Näissä on ennalta tuntemattomia vuotokohtia, joissa pohja- tai pintavesillä on mahdollisuus tulla tunneliin tai tunnelin veden pursua ulos siitä. Tällaiset kohdat selviävät parhaiten juuri tunnelin rakentamisen yhteydessä, ja ne voidaan silloin tiivistää. Rakentamisaikana tunnelista pumpattavien vuotovesien määrä riippuu oleellisesti louhintatavasta ja suoritettavien tiivistystoimenpiteiden onnistumisesta.

Rakentamisaikaista pohjaveden vuotamista tunneliin on joka tapauksessa vaikeaa kokonaan estää. On edullisempaa tukkia vuotokohtia tarpeellisessa määrässä vasta rakentamisen yhteydessä ja korvata tällöin aiheutuvasta pohjaveden pinnan laskusta ja kaivojen kuivumisesta koituvat vahingot kuin yrittää ennen louhintaa työläisten tutkimusten perusteella selvittää ja tiivistää maan pinnalta käsin kaikki mahdolliset vuotokohdat. Vahingonkorvausvaatimusten takia on pohjavesisuhteiden todelliset muutokset tai niiden ennallaanpysyminen kyettävä luotettavasti osoittamaan. Siksi on tunnelilinjan pohjavesisuhteet selvitettävä tarkoin ennakolta usean vuoden aikana kerättyjen havaintojen perusteella. Tällainen pohjavesitutkimus onkin ehdotetun tunnelilinjan osalta aloitettu tie- ja vesirakennushallituksen hydrologisessa toimistossa vuoden 1967 alussa.

3. Tunnelin ehdotettu sijainti

3.1 Tunnelilinjan kulku

Tunnelilinjan kulku Puujoen eteläpuolisella osuudella valittiin kuvattuihin kenttätutkimuksiin pohjautuvan vaihtoehtoisten tunnelilinjojen rakennuskustannusten vertailun perusteella. Edullisimmaksi todetulla linjalla on kalliooperän laadun takia verrattain tiheässä käännepisteitä, joissa sen suunta muuttuu muutamia asteita. Linjan yleissuunnassa on kaksi loivaa mutkaa siten, että se noin paalulukemien km 15...20 tienoilla taipuu itään, Keravan - Tuusulan asutustihentymään päin sekä noin 40...45 km:n kohdalla länteen, Hyvinkään ja Riihimäen kaupunkeihin päin. Kalliooperän laadusta johtuva linjan mutkittelu on lisännyt sen karttapituutta n. 58.4 km:stä n. 60.1 km:iin eli vähän alle kolme prosenttia. Tämän lisäyksen on laskettu moninkertaisesti korvautuvan parempien kivilajien ja vähemmän ruheisuuden aiheuttamista säästöistä louhinta- ja lujituskustannuksissa.

Syvyysmutkittelun aiheuttama pituuden lisäys on niin vähäinen, ettei se ole mittaustarkkuuden rajoissa.

Tunnelilinjaa ei ole vielä yhtenäisesti merkitty maastoon. Linjan kulun kannalta kriittilliset pisteet on kuitenkin paalutettu pysyvästi maastoon ja sidottu siten, että ne voidaan varmasti löytää maastosta vuosikymmenienkin kuluttua. Puujoesta pohjoiseen ei tunnelin edullisinta sijoitusta ole vielä ratkaistu.

3.2 Rakennusaikaiset sisäänmenokohdat

Sekä tunnelin kulkusuunnan että sen syvyystason määrittämisessä vaikuttavat huomattavasti rakennusaikaisten sisäänmenokohtien sijainti ja keskinäinen välimatka. Pitkien tunnelien sisäänmenot ovat suita lukuunottamatta yleensä joko loivasti kaltevia sivutunneleita tai hissillä liikennöitäviä pystykuiluja. Koska kuilun pitäisi olla kookas raskaan tunnelinajokaluston alassaamiseksi ja koska kuilunosto merkitsee louhitulle kivelle ylimääräistä ja arkaa välikäsittelyä ja vaatii erikoislaitteita, on tässä arvioitu kuorma-autolla ajettavan sivutunnelin tulevan syvyysmetriä kohti pystykuilua edullisemmaksi. Sisäänmenokohtien välimatka on maassamme vastaavanlaisissa töissä aiemmin ollut korkeintaan noin 3 km. Tunneliin soveltuvien louhinta- ja kuljetusvälineiden kehittyminen ja tunnelin sijainti suhteellisen syvällä pidentävät kuitenkin tätä välimatkaa, mikäli vedensiirtohankkeen toteuttamisaikataulu sallii riittävän ajan varaamisen tunnelin louhinnalle. Jotta sivutunnelien välimatkan vaikutus niin linjanvalinnassa kuin lopullisen tunnelin louhintatoimenpiteiden suunnittelussa olisi voitu painottaa oikein muiden tekijöiden rinnalla, arvioitiin sen merkitys kustannustekijänä suunniteltavan tunnelin olosuhteissa seuraavan tarkastelun osoittamalla tavalla.

Sivutunnelien edullisin välimatka riippuu oleellisesti 1) tunnelin rakentamisajasta, joka vaikuttaa korkokustannuksiin, 2) tunnelin syvyystasosta, josta sivutunnelien pituus lähinnä riippuu ja 3) louhinnan metrihinnan kohoamisesta perän etäisyyden funktiona. Rakentamisaika puolestaan riippuu suuresti louhintanopeudesta. Edullisimman sivutunnelivälin arvioinnissa voidaan lähteä seuraavista oletuksista. 1) Tunnelin louhintakustannukset olisivat 750 mk/jm ja sivutunnelin 850 mk/jm. (Jos tunnelin pituus olisi 60 km, saataisiin tunnelin louhintakustannuksiksi tällöin ilman korkomenoja 45 milj. mk.) 2) Sivutunnelit tehtäisiin kaltevuuteen 1:7 ja niiden alku- ja loppupään keskimääräisenä korkeuserona olisi 50 m, jolloin sivutunnelien alustava keskimääräinen

pituus olisi 350 m ja hinta á 0,30 milj. mk. 3) Investoinnit kasvaisivat suoraviivaisesti koko rakentamisaajan. 4) Vuotuinen korko olisi 6 %. 5) Louhinta- ja kuljetusvälineiden jatkuva teknillistyminen johtaisi siihen, että louhinnan metrihintaa ei vielä muutaman kilometrin matkalla kasvaisi oleellisesti perän etäisyyden sivutunnelista kasvaessa.

Näillä premissillä lasketut louhinnan kokonaiskustannukset eri sivutunneliväleillä eri louhintapeuksilla on nähtävissä liitteen lopussa olevasta kuvasta 1. Korkokannan vaihtelu ei muuta tarkastelun tulosta oleellisesti, koska rakennusaika joka tapauksessa olisi vain muutamia vuosia. Jos oletetaan louhinnassa tulevaisuudessa pitkälläkin sisäänmenokohtien väleillä päästävän 100...150 m/kk:n louhintasaavutuksiin, todetaan laskelman perusteella, että edullisin sivutunneliväli olisi 5...7 km. Jos kuitenkin juoksumetrihintaa kohoaisi perän etäisyyden funktiona esim. noin 25 mk/km, lyhenisi edullisin sivutunneliväli noin viideksi kilometriksi.

Tarkastelun tuloksen perusteella etsittiin linjalta ja sen läheltä n. 5 km:n välimatkan mukaisia kohtia, joista päästäisiin sisään kallioon mahdollisimman helposti, ja joista matka tunneliin 1:7-kaltevuussuhteessa olisi mahdollisimman lyhyt. Paälulukeman km 39+40 kohdalle on kuitenkin kaavailtu pystykuilua, jotta tämä voisi myöhemmin palvella myös vedensiirtokuiluna laskettaessa tunnelista vettä paikalle suunniteltuun altaaseen. Lisäksi on kahteen paikkaan, missä sivutunnelit tulisivat hyvin pitkiksi, niiden vaihtoehdoksi merkitty myös pystykuilu.

Maaston pintatopografian vuoksi sopivia sisäänmenokohtia ei aina löytenyt ideaalivälimatkojen päästä, vaan niiden keskimääräiseksi välimatkaksi tuli n. 5.4 km. Jos sisäänmenokohdat altaaseen johtavaa pystykuilua lukuunottamatta olisivat sivutunneleita, tulisi niiden pituus kaltevuudella 1:7 vaihtelevaan välillä 278...530 m keskipituuden ollessa 436 m. Kuhunkin sivutunneliin voitaisiin tällöin louhia yksi sivuutuslevennys. Sivutunnelivälien tuleminen usein edellä laskettua optimia suuremmaksi ei ole haitaksi, sillä myös sivutunnelien keskipituuden kasvaminen alustavasta oletuksesta merkitsee edullisimman sivutunnelivälin pitenemistä.

Tunnelilinjalta näin kaavailtuja sisäänmenokohtia on pidetty eräinä lähtökohtina tunnelin tasoa ja siitä riippuvaa kallioperän selvitystarvetta arvioitaessa. Mainittakoon, että aivan samaa suuruusluokkaa olevaan sisäänmenojen välimatkaan on päädytty myös Ruotsissa, Skånen ja Hallandin tulevaa vedenhankintaa varten tehdyissä vastaavanlaisissa tunnelisuunnitelmissa. On silti huomattava, että profiileihin merkityt sisäänmeno-

kohdat edustavat vain nykyhetkellä käytettävissä olleiden perusteiden mukaan tehtyä suuntaa antavaa ehdotusta. Saattaa olla edullista, että urakoitsijat saavat esittää omat ehdotuksensa rakennuttajan ehdotuksien lisäksi, ennen sisäänmenokohtien louhinnan lopullista ratkaisemista.

3.3 Tunnelin syvyystaso

Kallioperätutkimusten perusteella suositeltava tunnelin taso ilmenee oheisista profiileista (karttaliite, kuvat 2 ja 4). Sen määrittämisessä on käytetty seuraavia perusteita:

- 1) Alin paineviiva
- 2) Kallion rakennusteknillinen laatu linjan laaksokohdissa
- 3) Rakennusaikaisten sisäänmenokohtien sijaintipaikat

1) Alin mahdollinen paineviiva määrää tunnelin korkeimman mahdollisen tason. Muista seikoista riippuu kuinka paljon tätä alemmaksi tunneli sijoitetaan.

2) Kallion rakennusteknillinen laatu linjan laaksokohdissa sekä siitä riippuva lujitustoimenpiteiden laatu määräävät tunnelin korkeimman tason alimman paineviivan alapuolella tietyissä kohdissa. Koska paineviiva voi joutua sijaitsemaan aluksi, kun vettä käytetään vähän, tunnelin linjan eteläpuoliskossa osittain maanpinnan ja samalla pohjavedenpinnan yläpuolella, on tunnelin katon ja seinien kestettävä ylipainetta. Tästä johtuen on laaksokohdissa tunnelilla oltava kallion laadusta ja lujitustoimenpiteistä riippuva turvallisen paksu kalliokatto. Laaksokohdissa on suositellun korkeimman tunnelitason arvioimisessa käytetty kallion rakennusteknillisestä laadusta seismisellä luotauksella, timanttikairauksella ja vesimenekkimittauksella saatuja tietoja. Näiden avulla on ensin arvioitu mahdollisen mielivaltaisen tunnelitason lujitustarve seuraavassa luvussa selostettavien periaatteiden mukaan. Tämän lujitustarvearvion mukaan on kriittillisissä kohdissa tunnelin korkein kallion laadun perusteella suositeltu taso yleensä tullut ainakin 10...15 m todettua kallionpintaa syvemmälle.

3) Sisäänmenokohtien sijoituspaikat vaikuttavat tunnelin tasoon siten, että tunnelin louhinnan on kaavailtu tapahtuvan loivasti ylöspäin vä-

hintään kaltevuudella 1 o/oo pois päin sisäänmenokohdista. Vain niiden puolivälissä tunnelin katto hipoo alinta paineviivaa, ellei kallion huono laatu jossakin kohdassa tällä välillä pakota sijoittamaan tunnelia alemmaksi. Alaviistoon tapahtuvaa louhintaa pyritään välttämään paitsi louhintateknillisistä syistä myös, jotta mahdollisesti tulevaisuudessa tarvittavat tyhjennykset kävisivät helpommin päinsä.

Jos sisäänmenokohtien sijoitus tulisi poikkeamaan tässä kaavaillusta, muuttuisivat luonnollisesti tunnelin yksityiskohtaiset kaltevuussuhteet ja korkeustaso. Yleisesti ottaen ehdotettu tunnelin korkeustaso on kuitenkin siinä määrin kallion laadun määräämä, ettei sitä silloinkaan voitaisi olennaisesti nostaa turvallisuuden kärsimättä.

4. Linjan tunnelinrakennusteknilliset edellytykset

4.1 Selvitysmenetelmät

Tunnelilinjan kallioperän rakennusteknillisten edellytysten selvittämiseksi on linjavaihtoehtojen vertailemiseksi tehtyjä maastotutkimuksia jatkettu edullisimmalla tunnelilinjalla. Kallioperän laatu on tutkittu kaikista linjan ja sen lähiympäristön kalliopaljastumista. Havainnoista on laadittu paljastumakohtaisten selostusten lisäksi 1:20 000 - mittakaavainen kartta, josta on ohessa esitetty 1:100 000 - kaavainen yleisty väliltä Puujoki - Helsinki (karttaliite, kuva 3).

Maapeitteisillä kohdilla on alustavia tutkimuksia täydennetty räjäytysseismisellä luotauksella, ja kriittillisissä kohdissa, laaksoissa ja kallioperän ruhjeissa, on suoritettu timanttikairausta (paaluvälillä km 0...90 tie- ja vesirakennushallituksen kairauttamana 101 reikää). Näissä tutkimuksissa on tunnelin rakennusteknillisten edellytysten määrääminen suoritettu ottamalla huomioon tärkeimpinä seikkoina seuraavat:

A. Kairausnäytteiden mekaaninen rikkoutuneisuus. Mittaustulos (katkoksia/m) on merkitty 1:200/1:1000 - kaavaisissa profiileissa esitettyihin kairausdiagrammeihin. Tällöin on käytetty seuraavaa jaotittelua:

- a) alle 1 kpl/m kivi ehjää
- b) 1...10 kpl/m kivi ehjähkää (tukemistarve potentiaalinen)
- c) 10...50 kpl/m kivi rikkonaista (ryöstymisvaara louhinnassa olemassa)
- d) yli 50 kpl/m kivi ruhjoutunutta (louhinta vaikeaa, tunnelia lujitettava)

B. Kairausnäytteiden kemiallinen rapautuneisuus. Jaoittelu, joka on merkitty erilaisin tunnuksin rei'istä tehtyihin kairausprofiileihin on suoritettu A-kohdasta riippumatta silmämääräisenä arviona seuraavasti:

- I kivi tervettä, kovaa
- II kivi lievästi muuttunutta ja pehmentynyttä
- III kivi hauraaksi rapautunutta (ryöstymisvaara olemassa)
- IV kivi läpeensä pehmeäksi rapautunutta, osittain savimaista (louhinta vaikeaa, tunneli luji-tettava)

C. Kairauksen näytehukka. Hukkamäärät on laskettu terämiehen raporteista prosentteina nostoväliä kohti ja merkitty kairausprofiileihin pylväsdiagrammeina. Näytehukka johtuu kallioperän pehmeistä, hienorakeisista, usein savitäytteisistä osueista, ns. sööreistä ja/tai satunnaisista kairusteknillisistä hankaluuksista. Sen esiintyminen nostovälillä merkitsee potentiallista ryöstymisvaaraa sekä räjäytysvaikeuksia louhinnassa.

D. Kairauksen ajopaine. Kairauskoneen mittarista luettu ajopaine on merkitty kairausprofiileihin pylväsdiagrammeina nostoväleittäin terämiehen ilmoittamana keskimääränä putkien painoa huomioimatta. Ajopaineeseen vaikuttaa suuresti timanttiterän kunto ja terämiehen subjektiivinen ajotapa. Kuitenkin suuri ajopaine indikoi yleensä kestäväää, hyvää louhintakiveä ja pieni taas heikkoa, pehmeätä tai rikkonaista. Kääntäen kuvastaa ajopaine samalla kiven porattavuutta.

E. Kallioperän vedenläpäisevyys. Mittaus on suoritettu timanttikairausrei'istä kahden ilmakehän paineella ja viiden minuutin ajalla huomioimatta pohjaveden pinnan korkeutta. Seuraavaa asteikkoa on käytetty:

- alle 0.2 l/m.at.min. vedenläpäisevyys vähäinen
- 0.2 ... 0.6 l/m.at.min. ... vedenläpäisevyys melkoinen (tiivistämiseen varauduttava)
- yli 0.6 l/m.at.min. vedenläpäisevyys huomattava (tiivistettävä)

Tulokset eivät osoittaneet suurta (yli 0.6 l/m.at.min) vesimenekkiä kuin muutamassa reiässä. Mittauksissa käytetyn pienen paineen takia ne eivät riitä takaamaan kallion riittävää vesitiiveyttä tutkituissa kohdissa, mutta viittaavat siihen, että kyseiset ja vastaavanlaiset raot ovat tutkitulla alueella yleensä täytteisiä, vettä huonosti johtavia.

F. Äänen nopeus kalliossa eli seisminen kallionopeus räjäytysseismissen luotauksen perusteella. Seismogrammeista laskettu tulos on merkitty 1:200/1:1000-kaavaisiin profiileihin. Nopeuksien teknillisen merkityksen arvioinnissa on käytetty seuraavaa (liukuvaa) kallion laatua sen pinnasta 5...15 metrin syvyyteen koskevaa jaoittelua, joka perustuu sekä kirjallisuustietoihin että timanttikairauksella saatuihin tarkistuksiin:

yli 4,3 km/sek kivi jotakuinkin ehjää
 3.9...4.3 km/sek kivi lievästi tapautunutta tai rikkonaista (lujitustarve todennäköinen)
 alle 3.9 km/sek kivi heikkoa (tunneli lujitettava)

Koska kaikkia edellä lueteltuja seikkoja ei ole tutkimuksen tässä vaiheessa voitu selvittää aivan kaikista epäilyksenalaisista kohdista, on muutamissa kairauksilla tutkimattomissa kohdissa arvioitu linjan rakennusteknillisiä edellytyksiä analogiapäätelmin vertaamalla niitä vastaaviin tutkittuihin kohtiin.

4.2 Kallioperän louhittavuus

Louhittavuudeltaan voidaan tunnelilinjan kallioperä jakaa vain karkeasti erilaisiin luokkiin. Mitään louhintakokeita ei linjalla ole suoritettu, vaan jaoittelu perustuu tunnelilouhinnassa yleensä todettuun louhittavuuden riippuvuuteen kallioperän tektoniikasta, kivilajeista ja niiden suuntauksesta tunneliin nähden. Tunnelilinjan kivilajit ryhmitellään (ruhjekohtia lukuunottamatta) paljastumien kallioperän laadun perusteella.

Silvolasta noin Rusutjärven tienoille ovat kivilajit enimmäkseen erilaisen kiillepitoisten liuskekivilajien ja karkearakeisen graniitin muodostamaa vaihtelevanlaatuista mutta graniittivaltaista seoskivilajia, jonka vaihteleva liuskeisuussuunta leikkaa tunnelin suunnan enimmäkseen jyrkähköllä kulmalla. Liuskeisuuden kaade on pystyhykö. Louhinnallisesti kivilajit ovat tavanomaisia, ja liuskeisuuden suunta keskimäärin hyvä. Liuskekivilajien tiheä vuorottelu samoin kuin niihin liittyvä rakoilu, joita tunnelilinjan paljastumista ei voi luotettavasti määrätä tunnelin tasolla, saattavat kuitenkin aiheuttaa louhinnassa lieviä yllätyksiä.

Rusutjärven pohjoispuolella kallioperän laatu pysyy samanlaisena kuin edellä kuvattiin, mutta liuskeisuus kääntyy yhdensuuntaiseksi tunnelin suunnan kanssa, mikä huonontaa kiven irtoavuutta louhinnassa. Tällainen kivilajien yleissuuntaus jatkuu pohjoiseen aina Nukarin tienoille asti liuskekiviosuuksien koostuessa osittain granaatti-, osittain pyrokseenipitoisista gneisseistä. Granaattipitoinen gneissi, eli kinzigiitti, lieenee kuitenkin suureksi osaksi uudelleen kiteytynyt verrattain heikosti suuntautuneeksi, graniittimaiseksi kivilajiksi, jolloin liuskeisuudella ei ole louhintaan kovin epäedullista vaikutusta, vaikka kivilaji lue- taankin liuskekiviin.

Edettäessä Nukarista kymmenkunta kilometriä pohjoiseen Ridasjärven ja Hyvinkään välille asti on kivilajien suuntaus jälleen edullinen, kohti-suora tunnelin suuntaan nähden kaateen ollessa pysty. Kivilajina on tällä välillä enimmäkseen louhintaominaisuuksiltaan hyvää karkeahkoa graniittia. Melko runsaasti esiintyy myös juovaista kvartsimaasälpägneis- siä ja graniittipitoista kiillegneissistä, joiden louhinnassa ei ole odo- tettavissa vaikeuksia. Kerroksittainen runsas kvartsipitoisuus näissä gneisseissä tekee ne kuitenkin porattavuudeltaan hieman graniittia huo- nommaksi. Palopuron pohjoispuolella tunnelilinja leikkaa em. gneisseihin liittyvän, korkeintaan muutamien kilometrien levyisen amfiboliittivyö- hykkeen. Edullisen liuskeisuussuunnan takia (kohtisuorassa tunnelin suun- taan nähden) tämän amfiboliitin louhinta on rinnastettavissa em. gneis- sien louhintaan, mutta juuri Palopuron kohdalla on paljastumien puutteen vuoksi epäedullisempaankin tapaukseen varauduttava.

Ridasjärven tasolta pohjoiseen aina Puujoelle asti, lukuunottamatta Ku- run tienoilla olevaa kaksi kilometriä leveää liuskeosuutta, tunnelinlinjan kallioperä koostuu louhintaominaisuuksiltaan hyvästä, karkeasta, enimmäk- seen tasarakeisesta graniitista. Siinä on useimmiten havaittavissa levy- mäisten biotiittirakeiden tilastollisen suuntauksen aiheuttamaa heikkoa pystyä tai jyrkkäkaateista liuskeisuutta, joka suunnaltaan enimmäkseen leikkaa tunnelin suuntaa jyrkästi tai vinosti. Tämä ei haitanne paljon louhintaa. Pystyrakoilu on graniitissa harvaa, mutta siinä mahdollisesti tunnelin tasolla esiintyvistä vaakarakoilusta ei paljastumista voi saada kunnan käsitystä. Graniitissa esiintyy harvoin liuskeisuuden suuntaisia gneissisulkeumia, jotka hankaloittavat kivilajin muuten helppoa louhintaa lievästi, mutta eivät mitenkään ratkaisevasti.

Kurun tienoilla tunnelilinja lävistää noin 45 asteen kulmassa jyrkästi pohjoiseen kaatuvan, voimakkaasti liuskeisista kerroksellisista liuske-kivilajeista koostuvan vyöhykkeen. Pääkivilajeina siinä ovat amfiboliitti ja kvartsi-maasälpägneissi. Kivilajien voimakkaan liuskeisuuden ja siihen liittyvien rako- ja hiertopintojen takia on tällä kohdalla odotettavissa hankaluuksia louhinnassa.

Hausjärven pohjoispuolelta kallioperän louhittavuuden, kuten sen muidenkin tunnelinrakennusteknillisten edellytysten, selvittäminen on vielä kesken.

Ruhjeissa, jotka tunneli lävistää, louhinta muodostaa oman probleemansa. Onneksi ruhjekohtia on tunnelilinjalla vähän, kuten ilmenee tarkemmin seuraavasta kappaleesta. Vaikka ruhjeilla suoritettut vesimenekkimittaukset osoittivat niiden olevan yleensä tiiviitä, saattaa pienessä osassa ruhjeita ilmetä haitallisia vuotoja. Nämä ilmenevät viimeistään louhintaporauksen yhteydessä. Jos ne silloin osoittautuvat niin suuriksi että haittaavat panostusta, on tunneliperän kallio injektoitava ennen räjäytystä, mikä luonnollisesti estää louhinnan normaalin rytmin.

4.3 Lujitustarve

Lujitustarpeen arviointi tunnelilinjalla on suoritettu edellä kuvattujen, kallioperän laatua koskevien selvitysten perusteella. Lujitustarve on pyritty määrittämään tunnelin kaikilla mahdollisilla eri syvyystasoilla. Lujitustarve on merkitty profiileihin käyttäen seuraavaa jaoittelua:

0. Lujitustoimenpiteitä ei tarvittane.
1. Satunnaisia louhintahankaluuksia voi olla, paikoin voidaan tarvita kevyttä lujitusta.
2. Ryöstymis- ja vuotovaara huomattava, tunnelin lujitus ja/tai tiivistys välttämätöntä, alustavaan lujitukseen varauduttava heti louhinnan yhteydessä.
3. Ryöstymis- ja vuotovaara suuri, louhittava erittäin varovasti, raskas lujitus.

Kevyt lujitus on lähinnä yksinkertaista betoniruiskutusta tai pulttausta käsittäen joskus vähäistä injektointia. Raskas lujitus tarkoittaa runsasta pulttausta ja/tai injektointia yhdistettynä betoniruiskutukseen tai raudoituksella vahvistettua moninkertaista betoniruiskutusta. Betonivalua

ei ole arvioitu tarvittavan. On luonnollista, että yksityiskohtaisia lujitustoimenpiteitä ei voida määrätä tässä vaiheessa, sillä ne riippuvat mm. tulevasta louhintatavasta ja louhinnan huolellisuudesta. Lujitusarvioita tulkittaessa on louhijoiden huomattava, että erityisen huolellinen louhinta, varsinkin katon suhteen, sallii astetta halvemmän lujituksen.

Esitetty lujitustarpeen arvio on luonteeltaan kombinaatio, johon vaikuttavat sekä lujituksen laatu että se (lähinnä tutkimustulosten luotettavuudesta riippuva) todennäköisyys, jolla asianomaista lujitustoimenpidettä joudutaan toteuttamaan. Tämän todennäköisyyden puolesta luokka 0 on epävarmin ja luokka 3 varmin.

Kaikissa kriittillisissä kohdissa suoritettu lujitustarvearvio oli yhtenä pääperusteena määrättäessä tunnelin oheisiin profiileihin merkittyä suositeltua syvyysijaintia. Sen mukaisella syvyystasolla tulisi Puujoki - Silvola välin lujitustarvearvio olemaan seuraava:

lujitusluokka	juoksumetriä	pituus %
0.	49.400	82.2
1.	9.520	15.8
2.	862	1.4
3.	365	0.6
Yhteensä	60.147	100.0

Kun otetaan huomioon myös lujitustarvearvioon sisältyvä todennäköisyys- eli varmuusluokittelu voidaan yhteenvedona todeta, että tunnelin pituudesta on 2% (luokat 3. ja 2.) varmasti niin huonoa, että niillä kohdin tarvitaan melkoisia lujitustoimenpiteitä. Noin 15 % tunnelista (luokka 1.) on sellaista, missä lujitusta varmasti tarvitaan paikoin mutta osittain tullaan toimeen ilmankin. Näiden kohtien lujitustarvetta ei ole voitu tutkimuksilla tarkkaan selvittää. Sitä voidaan kuitenkin karkeasti arvioida kyseisen tunnelin jo louhitun jatkeen, Silvola - Vanhakaupunki tunnelin perusteella, joka sijaitsee jokseenkin samanlaisessa kalliope-rässä. Täällä oli raskasta vahvistusta yhteensä 2.2 % ja kevyempää yhteensä 7.4 % tunnelin pituudesta. Tätä mallina pitäen vaatisi mainitusta 15 %:n epävarmasta osuudesta korkeintaan puolet kevyttä lujitusta toisen puolen tullessa toimeen ilman lujitustoimenpiteitä. Luokkaan 0. merkityllä osuudella tullaan tarvitsemaan lujitusta hyvin vähän, kor-

keintaan yhden prosentin verran sen pituudesta. Epävarmuustekijänä on tässä luokassa se, että lujitusta vaativat kohdat selviävät vasta louhinnan yhteydessä negatiivisina yllätyksinä.

Edellä lasketussa lujitustarpeen yhteenvedossa ei ole otettu huomioon tunnelin rakennusaikaisten sisäänmenokohtien vaatimia lujituksia, koska sisäänmenokohtien sijaintia ei ole selvitetty niin perusteellisesti kuin itse tunnelin. Sisäänmenokohdat voitaneen kuitenkin tarkempien maastotutkimusten perusteella aikanaan sijoittaa niin, että niissä tarvittavat kallion laadun määräämät lujitukset jäävät vähäisiksi.

Lujitustoimenpiteistä huolimatta tunnelia ei saada täysin tiiviiksi. Tunnelin eteläosassa, missä paineviiva voi olla pohjavesipinnan yläpuolella, pyrkii tunneli niinollen vuotamaan ulospäin ja aiheuttamaan pohjavesipinnan nousua linjan kohdalla. Jotta ulos pyrkivä vesi ei aiheuttaisi koko tunnelin puhkeamista eikä pienempiäkään ryöstymiä, on tällä osuudella arvioitu tarvittavan lujituksia suhteellisesti enemmän kuin tunnelin pohjoisosassa.

Pohjoisosassa tilanne on päinvastainen. Koska paineviiva siellä voi olla pohjavesipinnan alapuolella, pyrkii pohjavesi tunneliin. Tämä ei sellaisenaan ole vaarallista, paitsi jos pohjavesi on saastunutta. Hankalat vuotokohdat tulevat kuitenkin ilmi tunnelin rakennusaikana. Ne voidaan silloin tiivistää riittävän hyvin, niin että kustakin perästä rakennusaikana pumpattava vesimäärä jää alle 1000 l/min. Pohjaveden paine tuskin aiheuttaa ryöstymisvaaraa enää tunnelin toimiessa. Jos pilaantunutta vettä kaikesta huolimatta tällä osuudella myöhemmin jostakin syystä tihkuu tai muuten joutuu tunneliin haittaavassa määrässä, täytyisi voida kohottaa paine tunnelissa niin suureksi, että tihkumisen suunta kääntyy pois tunnelista.

Kaikista lujitustoimenpiteistä huolimatta aina on olemassa mahdollisuus, tosin pieni, että tunnelissa tapahtuu myöhemmin sen toimintaa haittaavia ryöstymiä. Siksi olisi pyrittävä siihen, että käytön välillä voitaisiin tunneli tyhjentää vedestä ja suorittaa lujitusten pysyvyyden sekä vuoto- ja ryöstymäkohtien tarkastus ja tarvittaessa korjata ilmenneet viat.

5. Rakennuskustannukset

Seuraavassa alustavassa tunnelin kustannusten tarkastelussa on otettu huomioon vain ne kustannukset, jotka riippuvat varsinaisista kertainvestointina suoritettavista kalliorakennustoista. Niistä puuttuvat niin-
ollen puhtaasti vesiteknilliset ja jatkuvaa huoltoa vaativat rakenteet veden sisäänotossa ja tunnelin loppupäässä, pumppuamot, tasausaltaat tms., samoin itse huoltokustannukset sekä maanlunastukset ja vahingonkorvaukset. Sensijaan louhintaa edeltävät rakennusgeologiset lisätutkimukset on sisällytetty louhintakustannuksiin.

Kivilajien ja ruhjeiden suhteellinen vaikutus rakennuskustannuksiin oli verrattain ratkaiseva tekijä vaihtoehtoisten tunnelilinjojen vertailussa. Lopullisen linjan suhteen voitaneen todeta, että sen eri osuuksien rakennuskustannukset eroavat toisistaan kallion laadun takia yleensä muutamia, korkeintaan kymmeniä prosentteja keskimääräisistä yksikköhinnoista. Paljon enemmän vaikuttavat yksikköhintoihin urakoitsijöiden kalustoteknilliset ym. seikat, joten tulevia louhinta- ja lujituskustannuksia voidaan arvioida vain lähtien pyöreistä yksikköhinnoista juoksumetriä kohti. Yhteenvedon pohjaksi on otettu seuraavat yksikköhinnat: louhinta, tunneli 10...15 m², 750 mk/m, sivutunneli 18...20 m² 850 mk/m, raskas lujitus 2000 mk/m ja kevyt lujitus 500 mk/m.

Rakennuskustannukset riippuvat osaltaan sisäänmenokohtien lukumäärästä, mikä vaikuttaa huomattavasti tunnelin rakentamisajan pituuteen. Kokonaisrakentamisaika riippuu tietenkin pisimmästä yksityisen sivutunnelin kautta tapahtuvan rakentamisen kestoajasta.

Ohjepoikkileikkauksen ylittävät ryöstymät huomioonottaen saadaan louhinnassa itse tunnelista louhetta 11...17 k-m³/m ja sivutunneleista 20...25 k-m³/m. Kun yksi lyhyehkö pystykuilu jätetään huomiotta, tekee tämä välin Hausjärvi - Helsinki tunnelirakennusta koskien yhteensä (11...17 m³/m x 60 000 m + 20...25 m³/m x 440 m x 11 =) 760 000...1 100 000 k-m³ eli n. 2.0...3.0 milj. tonnia kiveä. Arvioituna 1.6:n tilavuuspainoisena irtotavarana louheen kokonaismäärä olisi n. 1.3...1.9 milj. i-m³. Jos sisäänmenokohdat olisivat edelläesitetyn mukaisia, merkitsisi tämä tunnelin päissä olevia yksipuolisia sisäänmenokohtia lukuunottamatta yhtä sivu-

tunnelia kohti keskimäärin 70 000...100 000 k-m³ eli 185 000...280 000 tonnia nostettavaa louhetta. Suurimmalta osaltaan tämä kiviaines on maarakennustarkoituksiin käyttökelpoista ja siitä voidaan mm. tehdä sepe-
 peliä. Arvioitaessa louheesta saatavan myynnissä 50 p/i-m³, tuottaisi
 koko mainittu louhemäärä yht. 600 000...950 000 mk. Seuraavassa yhteen-
 vedossa on kuitenkin louheen myynnistä tai käytöstä saatavan voiton
 katsottu sisältyvän jo louhinnan yksikköhintoihin.

Seuraavassa on yhteenveto edellä mainituilla perusteilla lasketuista
 tunnelinrakennuksen kokonaiskustannuksista Puujoen eteläpuolisella osuu-
 della:

	määrä	yksikköhinta	yht.mk
Tunnelinlouhinta	60 000 m	750 mk/m	45 000 000.-
Sivutunnelit	12 x 440 m	850 mk/m	4 700 000.-
Raskas lujitus	1 200 m	2 000 mk/m	2 400 000.-
Kevyt lujitus	4 800 m	500 mk/m	2 400 000.-
		Yhteensä	<u>54 500 000.-</u> =====
Keskimäärin mk/m			900.-

Pyöreästi arvioiden koko 120 km pitkän Päijänne - Helsinki tunnelin koko-
 naiskustannukset olisivat edelliseen nähden kaksinkertaiset.

6. Tarvittavat jatkoselvitykset

Suoritettu tutkimus on vasta alustava, joten tunnelin yksityiskohtainen
 suunnittelu ja rakentaminen vaativat vielä jatkotutkimuksia ja -selvi-
 tyksiä.

6.1 Pohjavesiselvitykset

Koska tunnelin rakentajan velvollisuus on osoittaa, että rakennustyö ei
 aiheuta pohjavesivahinkoja, tai niiden sattuessa, kuinka pieniä ne ovat,
 on kaivo- ym. pohjavesiolosuhteet selvitettävä tunnelinlinjan lähistöllä
 ennen tunnelin rakentamista. Havaintoja olisi saatava kaikkina käytettä-
 vissä olevina vuosina, jotta havaintosarjat saataisiin mahdollisimman
 pitkiksi ja luotettaviksi. Selvityksen tulee koskea sekä veden määrää
 että laatua. Erityisesti kuivien kausien havainnot ovat tärkeät. Hydro-
 logisesti ottaen riittäisi yleensä sellaisen vyöhykkeen tutkimus, jonka

reunat ovat muutaman sadan metrin päässä tunnelilinjasta. Vettä hyvin läpäisevien maiden sekä kallioperän avoimien rakovyöhykkeiden kohdalla tulisi tutkia muutamia kilometrejä leveä vyöhyke. Lainsäädännön määräämän rakentajan näyttövelvollisuuden takia on syytä varmuuden vuoksi tutkia jonkin verran leveämpi vyöhyke kuin mikä puhtaasti hydrologisesti arvioiden riittäisi.

Pohjaveden liikkumisen selvittämisessä on ulkomailla viime aikoina onnistuttu käyttämään hyväksi uutta tutkimusmenetelmää ns. väärävärikuvausta, jota on Suomessakin (mm. Puolustusvoimissa ja Valtion rautateilla) jo suoritettu. Koska sen avulla voidaan saada lisätietoja myös maa- ja kallioperän rakenteesta sekä kasvillisuudesta ja ihmistoiminnan aikaansaannoksista maastossa, olisi Päijänne - Helsinki tunnelilinjalla suoritettava tällainen väärävärikuvaus korkealentostereokuvauksena sopivana aikana jonaakin keväänä. Kuvaus on tilattavissa esim. Topografikunnalta.

6.2 Sisäänmenokohtien tarkistus

Sisäänmenokohtien sekä laatu, sijainti että määrä ovat toistaiseksi vain kaavamaisesti arvioituja. Niiden suunnittelu ja sen vaatimat tutkimukset voitaisiin jättää urakoitsijoille, mutta edullisempaa lienee, että rakentaja hoitaa myös sisäänmenokohtien tutkimukset, tarkan suunnittelun ym. maanlunastuksineen tunnelirakennuksen vaatimien muiden jatkotutkimus- ja suunnittelutöiden yhteydessä. Tämä ei silti saisi johtaa urakoitsijoiden turhaan kahlitsemiseen sisäänmenojen yksityiskohtien rakentamisessa.

6.3 Tunnelilinjan yksityiskohtien tarkistus

Ennen tunnelin rakentamista saattaa ilmetä olosuhteita, jotka pakottavat tai oikeuttavat muuttamaan tunnelilinjan yksityiskohtaista kulkua. Tähän voivat vaikuttaa asutuksen leviäminen, maanomistusolot, suuret kalliokaivot tms. Eräissä kohdissa on myös varsinaisia kallioperätutkimuksia täydennettävä, mikä tietenkin voi merkitä linjan yksityiskohtiin muutoksia. Itse louhinnan aikana saattaa myös osoittautua tarkoituksenmukaiseksi poiketa annetusta suunnasta ja/tai tasosta esim. ilmenevien tunnelin suuntaisten rako- tai ruhjelinjojen takia. Tätä koskevia kallioperätutkimuksia on suoritettava tiiviisti louhinnan yhteydessä. Tunnelin raken-

tamisaikataulussa on syytä varautua huonoimpien ja epävarmimpien linjanosien tutkimuskairaukseen tunnelista käsin. Tutkimusrei'istä käsin voidaan tällaisia heikkouskohtia samalla tarvittaessa lujittaa injektoimalla.

Varsinaisen tunnelinrakennussuunnitelman vaatimat geologiset lisätutkimukset käsittävät lähinnä seismistä luotausta, kallioporausta maan läpi sekä ennenkaikkea timanttikairausta. Näitä töitä on pyrittävä suorittamaan sellainen optimimäärä, että niiden kustannukset ynnä arvioitu urakoitsijoiden louhintatarjouksiin sisältyvä riskiosuus ovat yhteenlaskettuina minimissään. Tällöinhän tutkimuskustannukset ynnä tarjoussummat ovat myös minimissään. Näihin tutkimuksiin olisi syytä tämän perusteella varata arviolta $1/2 \dots 1 \frac{1}{2}$ milj.mk.

6.4 Tunnelin mittaus- ja kartoitustyöt

Sittenkun tunnelilinja suoritettujen rakennusteknillisten tarkistustutkimusten perusteella on lopullisesti määrätty, on se mitattava ja paalutettava maastoon pysyvästi. Pituusmittauksen suorittamisessa riittää sellainen tarkkuus, että yhtenäinen paalutus voitaisiin piirustustarkkuudella merkitä 1:2 000-kaavaisiin asemakaavakarttoihin. Tällainen tarkkuus riittänee tunnelilouhinnan työselityksiin.

Tunnelin louhinnan pysyttäminen oikeassa suunnassa vaatii rakennusajana erityisen tunnelimittaustyön. Tämän työn suorittaa joko urakoitsijan tai rakennuttajan alainen tunneli- (eli kaivos-) mittaja. Kun tunnelin halkaisija on n. 3 m ja sisäänmenokohtien väli n. 6 km, saa heittoa olla kolmen km:n matkalla enintään n. 75 cm, jotta vastakkain ajettavat louhintaperät osuisivat riittävän hyvin yhteen. Tähän tarkkuuteen pääsemiseksi riittää, että tunnelimittaja käyttää kahden sisäänmenokohdan välillä tarvittavina monikulmiojonon lähtöpisteinä puhkaisukohdan lähellä maastossa olevia kiintopisteitä tai sinne erillisessä koordinaatistossa rakentamiaan tilapäisiä kiintopisteitä, joihin nähden hän määrittäisi linjan taite- ym. kriittillisten pisteiden aseman kunkin pisteen laadusta riippuvalla tarkkuudella. Tunnelinlinjan taitepisteiden koordinaattien määrittämiseen louhintaa varten riittää yleensä kartan tarkkuus. Vertikaalisuunnassa tarkkuus on $1/2$ m:n

luokkaa. Lähtöpisteiden ollessa uusia tilapäisiä kiintopisteitä voidaan monikulmiojonon sitominen valtakunnan koordinaatistoon suorittaa milloin tahansa itse tunnelimittaustyön yhteydessä tai myöhemmin. Tunnelin pisteiden lopulliset koordinaatit selviävät vasta vastakkaisten perien puhkaisun tapahduttua, jolloin virheet voidaan tasoittaa. Louhinnan oikean suunnan varmistamiseksi suorittaa tunnelimittaja luonnollisesti monikulmiojonon mittauksen monta kertaa edestakaisin, varsinkin peränajon alkuvaiheessa, kun itse tunnelia on louhittu vasta muutamia satoja metrejä.

Jos muista kuin teknillisistä syistä pidetään tärkeänä määrätä etukäteen tunnelilinjan sijainti ja suunnata louhinnan kulku suurella geodeettisella tarkkuudella, on rakennuttajan huolehdittava siitä, että ennen louhinnan alkua sisäänmenokohtien lähellä on riittävän tarkkoja valtakunnan koordinaatistoon kytkettyjä geodeettisia kiintopisteitä. Samalla on sisäänmenokohdat suunniteltava sellaisiksi, että niiden kautta voidaan suunta viedä kyseisellä tarkkuudella itse tunneliin ts. että niissä voidaan saada riittävän pitkiä (horisontaalisia) tähtäyslinjoja. Pystykuilujen kohdalla, missä suunta tunneliin joudutaan viemään tarkkuuden menetystä suhteellisen paljon aiheuttavan kuilun luotauksen avulla, ei lähtöpisteiden suuresta tarkkuudesta ole kuitenkaan hyötyä tunnelin suuntauksessa.

Ennenkuin tunnelimittauksen vaatimia maanpäällisiä geodeettisia töitä ryhdytään tarkemmin suunnittelemaan, on syytä konsultoida asiasta kokeneen kaivosmittaajan kanssa. Peränajon suuntaamisessa on rakennuttajan kiinnitettävä suurta huomiota vastuukysymyksiin, varsinkin jos vastakkain ajettavia periä louhivat eri urakoitsijat.

Tunnelilouhinnan eräänä juridisena edellytyksenä ovat sopimukset niiden maanomistajien kanssa, joiden alueiden kautta tunneli rakennetaan. Tämä edellyttää, että tarkkaan selvitetään maanomistussuhteet tunnelin kohdalla erikseen määriteltävällä, muutaman kymmenen metrin levyisellä suojavyöhykkeellä. Koska linjaa ei ole tältä kannalta tarpeeksi tarkkaan merkitty 1:4 000-kaavaisiin tiluskarttoihin, joudutaan sitä varten suorittamaan erillisiä kartoitusmittauksia. Tämän työn yhteydessä voidaan mahdollisesti myös suorittaa edellämainittuja tunnelimittausta palvelevia maanpäällisiä geodeettisia töitä. Riippuen tarvittavien mittausten määrästä saattaa olla kannattavaa suorittaa tämä kartoitus oman matala-

lentoilmakuvauksen avulla. Olettaen, että maanomistusolojen selvitys ei vaikuta olennaisesti tunnelin sijaintiin, rakennustapoihin eikä -kustannuksiin voidaan tämä kartoitus jättää suoritettavaksi vasta sitten, kun tunnelin rakentamisesta on muiden selvitysten perusteella tehty päätös. Kuitenkin nämä työt on aloitettava niin aikaisin, että ne eivät missään tapauksessa voisi aiheuttaa rakennustöiden viivästymistä.

6.5 Louheen käytön selvitys

Päijänne - Helsinki tunnelin todennäköisesti n. 25 sisäänmenokohdan kautta joudutaan nostamaan yhteensä 4...6 milj. t. louhetta. Osa tästä voidaan heti käyttää rakennustarkoituksiin lähialueilla, mutta suuri osa joudutaan varastoimaan sisäänmenokohtien lähistölle. Alueiden varaaminen tähän tarkoitukseen, joka varsinkin asutuskeskusten kohdalla ja lähellä on kiperä asemakaavallinen ja maisemallinen jopa taloudellinenkin ongelma, on suunniteltava ja suoritettava riittävän ajoissa.

Etukäteen on luonnollisesti myöskin pyrittävä mahdollisimman suuressa määrässä selvittämään ja suunnittelemaan louheen käyttömahdollisuudet valtion omiin, kuntien ym. töihin. Yhteistyöhuomiota ansainnevat mm. Helsinki - Riihimäki - Lahti rautatien lisäkiskotussuunnitelmat.

Louheen kuljetus- ja sijoitusmahdollisuudet ratkaisevat osaltaan myös sisäänmenokohtien tarkan sijainnin. Tätä ei edellä kaavaillussa sisäänmenokohtien sijoituksessa ole vielä otettu huomioon, koska näitä asioita koskevat selvitykset ja suunnitelmat palvelevat vedenhankintasuunnitelman kokonaisuutta parhaiten ollessaan mahdollisimman tuoreita tunnelin rakentamista aloitettaessa.

6.6 Lunastus- ja korvausselvitykset

Rakennusgeologisten sekä kartoitus- ym. mittauksen maastotöiden yhteydessä joudutaan aina aiheuttamaan maanomistajille vähäisiä vahinkoja. Nämä pyritään korjaamaan tai korvaamaan mahdollisimman nopeasti kyseisten tutkimusten tultua suoritetuiksi.

Tunnelin rakentamisen yhteydessä alenee pohjaveden pinta, mistä joudutaan suorittamaan korvauksia maanviljelijöille ja kaivonomistajille.

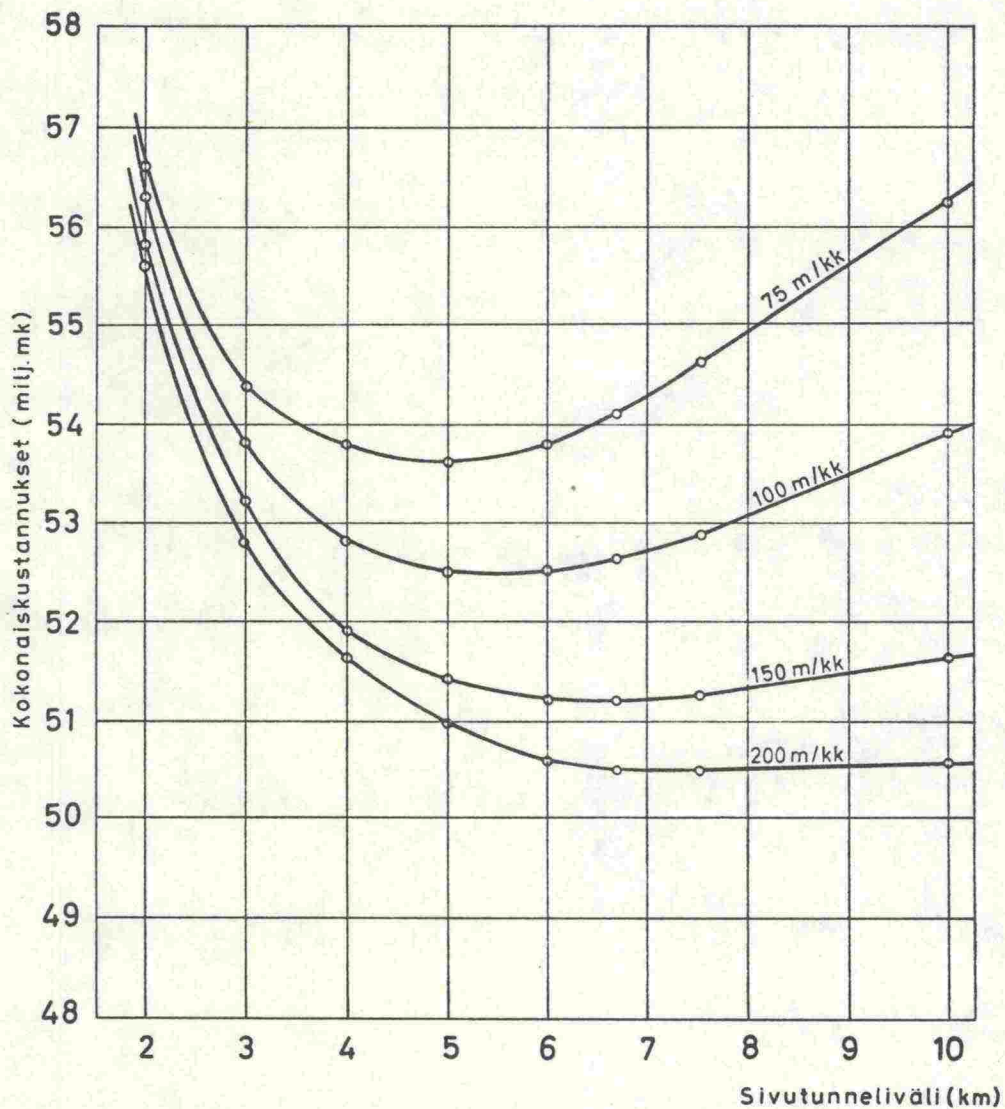
Myöhemmin, tunnelin toimiessa paineenalaisena vedensiirtotunnelina, saattaa pohjavedenpinta jonkin verran nousta aikaisemmasta normaalitilastaan, josta jälleen joudutaan erikseen suorittamaan korvauksia vahinkoa kärsineille. Etunsa valvomiseksi on rakennuttajan selvitettävä pohjavesisuhteet etukäteen tarpeellisella tarkkuudella. Työ on annettu, kuten edellä mainittiin, tie- ja vesirakennushallituksen hydrologisen toimiston suoritettavaksi.

Tunnelin sisäänmenokohdat ja mahdolliset louheen läjitysalueet lienee lunastettava etukäteen. Vaikka kaikkia sisäänmenokohtia ei tarvittaisikaan enää tunnelin rakentamisen jälkeen lainkaan, lienee tarkoituksenmukaisinta, että rakennuttaja lunastaa ne kokonaan. Tällöin lunastus olisi hoidettava sopimusteitse niin aikaisessa vaiheessa, että vaihtoehtoisia sisäänmeno-kohtia vielä olisi valittavana, jolloin tarjottu hinta on otettavissa huomioon yhtenä valintaan vaikuttavana tekijänä.

Tunnelin kohdalla olevaa maata ei tarvitse lunastaa. Louhintaoikeudesta on kuitenkin sovittava etukäteen maanomistajien kanssa, mikä maksaa jonkin verran. Ellei sopimukseen päästä, on selvitettävä, onko - ja millä hinnalla - mahdollista kiertää tällainen alue, tai käytettävä lain suomia pakkokeinoja.

Tunnelin takia joudutaan kieltämään kalliorakennustyöt ja kallioporaukset (mm. porakaivot) tunnelin lähistössä. Tästä asianosaisille koituvat mahdolliset menetykset on selvitettävä etukäteen ja korvattava.

Louhinnan aikana saattaa lähiympäristön rakennuksille koitua värinävaurioita. Ennen louhintaa on siksi suoritettava koko linjalla rakennusten ja rakenteiden kunnan tarkastus.



E/Kuva 1. Silvola - Puujoki vedensiirtotunnelin louhinnan kokonaiskustannusten riippuvuus sivutunnelivälistä ja louhintanopeudesta

	Sivu
Liite F. Avouomajärjestelmät	2
1. Vedensiirto Päijänteestä Vesijärveen	2
1.1 Suunnitteluaineisto	2
1.2 Pumppuamovaihtoehdot	4
1.3 Kustannukset	5
2. Vedensiirto Vesijärvestä Pääjärveen	8
2.1 Pumppuamo ja avouoma	8
2.2 Pumppuamo ja tunneli	10
2.3 Kustannusvertailu (2.1/2.2)	12
3. Puujoki vedensiirtoreittinä	13
4. Vedensiirto Puujoesta Mäntsälänjokeen	15
5. Vedensiirto Puujoesta Vantaanjokeen	16
5.1 Avouoma	16
5.2 Pumppuamo	18
5.3 Kustannukset	19
6. Vedensiirto Siuntionjoen vesistöön	19
6.1 Vedensiirto Lohjanjärvestä	19
6.2 Vedensiirto Hiidenvedestä	20

Avouomajärjestelmät

Tässä liitteessä tarkastellaan niitä järjestelyjä, joiden avulla voidaan lisätä Mäntsälänjoen, Vantaanjoen ja Siuntionjoen alivirtaamia. Mainittujen vesistöjen hydrologian ja vastaavien alueiden vedenkäytön kehitystä on selostettu liitteessä B.

1. Vedensiirto Päijänteestä Vesijärveen

Vedensiirto Päijänteestä Vesijärveen kuuluu osana avouomajärjestelmään, jonka avulla Helsingin vesihuoltoalueen vaikutuspiirissä olevien rannikon jokien alivirtaamia voidaan lisätä (Kuva 1). Järjestelmä tekee mahdolliseksi myös tunnelin vaiheittaisen rakentamisen korvaamalla yhdessä Vesijärvi - Pääjärvi pumppuamon kanssa tunneliosan Hausjärvi - Päijänne.

Vesijärven vedenpinnan ollessa Päijänteen pintaa ylempänä joudutaan vesi pumppuamaan Päijänteestä Vesijärveen. Maaston puolesta luonnollisin ja samalla edullisin sijoituspaikka pumppuamolle on ilmeisesti Päijänteen ja Vesijärven välinen kapea kannas Asikkalassa, Vesijärven kanavan ja Vääksyn joen kohdalla.

Maaston ja paikallisten olosuhteiden tarjotessa hyvin monia erilaisia mahdollisuuksia pumppuamon sijoitukselle katsottiin aiheelliseksi tutkia useampia erilaisia vaihtoehtoja. Suunnitelmat pumppuamovaihtoehtoista laati Imatran Voima Oy.

1.1 Suunnitteluaineisto

Pumppuamon suunnittelu perustuu vedenkorkeuksien osalta Hydrologisen toimiston havaintoihin, joita Vesijärvestä on vuosilta 1909 - 1956. Suunnitelman kannalta merkittävät Vesijärven ja Päijänteen vedenkorkeudet ja säännöstelyrajat ovat seuraavat:

Vesijärvi

$$HW = NN + 81.79$$

$$MW = NN + 81.24$$

$$NW = NN + 80.71$$

$$\text{säännöstelyrajat} = NN + 81.35 - NN + 81.06$$

Päijänne

$$HW = NN + 78.82$$

$$MW = NN + 78.08$$

$$NW = NN + 77.23$$

$$\text{säännöstelyrajat} = NN + 79.00 - NN + 77.00$$

Päijänteen vedenkorkeudet on arvioitu vertaamalla nykyistä säännöstelyä ajanjakson 1911 - 1934 luonnonmukaisiin virtaamiin.

Vesijärven virtaamat on arvioitu vertailulla Vesijärvestä itään sijaitsevaan Sylvöjärven vesistöön. Sylvöjärven luusuassa on Hydrologisen toimiston asteikko N:o 69b, josta on havaintoja vuosilta 1941 - 1959. Valuma-alue kyseisen järven luusuassa on n. 355 km² ja järvisyys n. 11.9 %.

Koska Vesijärven valuma-alueen järvisyys on oleellisesti suurempi (23.8 %) kuin Sylvöjärven, on vertailu suoritettu tulovesimäärien avulla.

Sylvöjärven valuma-alueen järvialtaiden tulovirtaama on laskettu olettaen kaikkien järvialtaiden vedenkorkeusvaihtelut samaksi kuin Sylvöjärven. Näin saadut tulovirtaamat on kerrottu Vesijärven ja Sylvöjärven valuma-alueiden suhteella. Saatua tuloa on pidetty Vesijärven tulovirtaamana.

Vertailemalla lasketut Vesijärven tulovirtaamat ovat luonnollisesti jossain määrin virheellisiä. Vertailuvesistö sijaitsee aivan Vesijärven valuma-alueen vieressä, joten sadanta on lähes sama, samoin kuin muutkin ilmastolliset tekijät. Sensijaan järviprosentti on huomattavasti pienempi, mistä johtuen vertailemalla lasketut Vääksynjoen virtaamat saattavat kesäisin olla liian suuria todellisiin arvoihin verrattuina.

Vääksynjoen (Vesijärven) virtaamat:

$$HQ = 15.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$MQ = 4.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Päijänteestä Vesijärveen pumputtavia vesimääriä laskettaessa on vuosijaksoa 1975 - 2000 verrattu vuosiin 1941 - 1959 ja tällä perusteella laskettu pumputtava vesimäärä.

Pumppuamon suurin kapasiteetti on määritelty siten, että Vesijärvestä voidaan johtaa sen omat vesivarat mukaan lukien avouomajärjestelmään Pääjärveen $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Lisäksi on otettu huomioon Lahden kaupungin tuleva vedentarve ja mahdollinen Porvoonjoen alivirtaamien lisäämistarve. Suurimmaksi Päijänteestä Vesijärveen pumputtavaksi vesimääräksi on näin arvioitu $12.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Suunnittelun maastopohjana on ollut Tie- ja vesirakennuslaitoksen Hämeen piirin laatima alueen kartta (1:500) sekä pituus- ja poikkileikkaukset Vesijärven kanavasta ja Vääksynjoesta. Edelleen on suunnitteluun ollut käytettävissä ennakkokopio Vääksyn alueen asemakaavasuunnitelmas- ta sekä Vesijärven kanavan ja sulun rakennuspiirustukset.

Pohjatutkimuksia ei alueella ole tässä yhteydessä suoritettu. Suunnitelman tiedot maaperästä rakenteiden alueella perustuvat vanhoissa Vesijärven kanavan piirustuksissa esiintyviin maalajimerkintöihin.

1.2 Pumppuamovaihtoehdot

Pumppuamorakennusvaihtoehdot on suunniteltu edullisimmaksi osoittautu- neelle kolmelle potkuripumpulle (Tampella):

pumppujen lukumäärä	3 kpl
suurin nostokorkeus	5,0 m
vesimäärä $3 \times 4,17 =$	12.5 m^3
kierrosluku (synkr.)	500 k/min
tehontarve	n. 350 hv.
liukurengasmootorit ja käynnistimet	3 kpl
(270 kw, 380 V, n = 500 k/min)	

Pumppuamon tarvitsema sähköenergia saadaan läheisyydessä kulkevasta 20 kV:n voimalinjasta, jonka omistaja on ilmoittanut, että kysymykseen tuleva moottoriteho voidaan linjaan kytkeä.

Tutkitut pumppuamon rakenteiden sijoitusehdotukset on esitetty kuvassa 2. Veden ottaminen Päijänteestä on suunniteltu tapahtuvaksi joko Vesijärven kanavasta (ehd. 1) tai Vääksynjoesta (ehd. 2). Pumppuamorakennuksesta johdetaan vesi Vesijärven puolelle betoniputkella, jonka suu voidaan sijoittaa joko Vesijärven kanavan yläkanavaan (ehd. A), Vääksynjokeen rakennettavaan patoon (ehd. B) tai Vääksynjokeen vanhan padon yhteyteen (ehd. C).

Edellä mainittuja pumppuamorakennuksen ja putken suun sijoitusehdotuksia eri tavoin yhdistämällä saadaan 6 erilaista pumppuamovaihtoehtoa. Näiden lisäksi on kustannusvertailumielessä laadittu vielä ehdotus 3, joka poikkeaa oleellisesti muista.

1.3 Kustannukset

Edellä selostettujen pumppuamovaihtoehtojen kustannusarvioita laadittaessa on perustusolosuhteet oletettu kaikissa ehdotuksissa sellaisiksi, että rakenteet voidaan perustaa suoraan paljastetun pohjamaan varaan, ilman paalutuksia tai muita pohjanvahvistustoimenpiteitä.

Edelleen on kustannusarvioissa oletettu, että pumppuamoa varten tarvittavat valtion omistamat maa-alueet ja oikeudet saadaan käyttöön korvauksella. Lunastuksiin ja korvauksiin merkityt summat sisältävät siis ainoastaan yksityisten omistamista maista ja rakennuksista sekä yksityisille aiheutuvista häiriöistä maksettavaksi arvioidut lunastukset ja korvaukset.

Pumppuamon rakentamisen mahdollista vaikutusta asemakaavasuunnitelman edellyttämien siltojen ja teiden kustannuksiin ei kustannusarviossa ole huomioitu. Korvauksia kanavan liikenteelle mahdollisesti aiheutuvista haitoista ja kanava-alueen maiseman mahdollisesta rumenemisesta ei kustannusarvioihin myöskään sisälly.

Eri vaihtoehtojen rakennuskustannukset ja kustannusten jakaantuminen

selviävät seuraavasta yhdistelmästä:

Ehdotus	Rakennustyöt	Koneistot ja asennukset	Lunastukset ja korvaukset	Yhteensä
1A	744 000.-	420 000.-	6 000.-	1 170 000.-
1B	683 000.-	450 000.-	37 000.-	1 170 000.-
1C	794 000.-	420 000.-	6 000.-	1 220 000.-
2A	811 000.-	420 000.-	79 000.-	1 310 000.-
2B	748 000.-	450 000.-	112 000.-	1 310 000.-
2C	851 000.-	420 000.-	79 000.-	1 350 000.-
3	508 000.-	450 000.-	372 000.-	1 330 000.-

Kokonaiskustannusten puolesta ovat eri vaihtoehdot varsin lähellä toisiaan, halvimman ja kalleimman ehdotuksen eron ollessa vain 15 %.

Halvimmat vaihtoehdot 1A, 1B ja 1C sijaitsevat suurimmaksi osaksi valtion omistamalla maalla, ja mikäli myös tästä joudutaan maksamaan samat korvaukset ja lunastukset kuin yksityisistä omaisuudesta, tulevat eri ehdotusten väliset kustannuserot yhä tasoittumaan.

Vaikka eri vaihtoehtojen rakennuskustannuksista ei näin ollen olekaan saatavissa ehdotonta perustetta jonkin vaihtoehdon valinnalle, on kustannusarvioiden tasaisuus kuitenkin omiaan varmistamaan pumppuamon rakennuskustannusten suuruusluokan oikeaksi.

Pumppuamiskustannukset muodostuvat pääoma-, energia- ja hoitokustannuksista. Pumppuamiskustannusten vertailua laadittaessa on lähdetty seuraavista oletamuksista:

- Vuotuisten pääomamenojen, joiden suuruus riippuu rakennuskustannuksista, rahoitustavasta, korkokannasta ja kuoletusajoista, on oletettu olevan yhteensä 8 1/2 % rakennuskustannuksista. Tähän lukuun päästään, kun korko on 7 %, koneistojen kuoletusaika 15 v. ja rakenteiden 50 v.
- Energiakustannukset on laskettu olettaen vuosittain pumputtavan vesimäärän olevan 373 milj. m³, mikä edellyttää pumppujen käyvän 8 300 tuntia vuodessa. Nostokorkeuden arvona on käytetty Vesijärven ja Päijänteen keskimääräisten vedenkorkeuksien erotusta eli 3.16 m, johon on lisätty virtausvastus, pumppuamon vesiteissä. Koneistojen kokonaishyötysuhteeksi on oletettu 0.75 ja energian hintana on pidetty paikallisen jakeluyhtiön antamaa hintaa (tehomaksu = 113 mk/kW.v. ja energia = 0.06 mk/kWh).

- Hoitokustannuksiin sisältyvät pumppuamon hoitajan palkka, koneistojen huolto- ja varaosakulut sekä vuosikorjaukset. Hoitokustannukset on arvioitu vertaamalla pumppuamoa pieneen vesivoimalaitokseen ja olettamalla pumppuamon hoitokustannukset kulutettua kWh:a kohti suunnitteen yhtäsuuriksi kuin voimalaitoksen käyttökustannukset kehitettyä kWh:a kohti. Näin on päästy laskelmassa käytettyyn arvoon 35.000 mk/v. Koska hoitokustannukset ilmeisesti tulisivat olemaan suunnitteen yhtäsuuret eri vaihtoehtoissa on tätä samaa arvoa käytetty kaikkien ehdotusten kustannuksia laskettaessa.

Edellä mainituin edellytyksin muodostuvat kustannukset eri vaihtoehtoilta seuraaviksi:

Ehdotus	Energian kulut.(kWh/v.)	Energia mk/v.	Pääoma mk/v.	Hoito mk/v.	Yht. mk/v.	Yht. p/m ³
1A	5 290 000	408 900	99 450	35 000	543 350	0.145
1B	5 190 000	402 900	99 450	"-	537 350	0.144
1C	5 340 000	411 900	103 700	"-	550 600	0.147
2A	5 310 000	410 100	111 350	"-	556 450	0.149
2B	5 220 000	404 700	111 350	"-	551 050	0.147
2C	5 370 000	413 700	114 750	"-	563 450	0.151
3	4 920 000	386 700	113 050	"-	534 750	0.143

Pääosan (n. 75 %) kustannuksista aiheutuessa pumppuamisessa tarvittavan energian hankinnasta, näyttelee hinta, joka energiasta joudutaan maksamaan, hyvin ratkaisevaa osaa. Tätä todistaa myös se, että rakennuskustannuksiltaan toiseksi kallein ehdotus (ehdotus 3) on pienimpien putoushäviöittensä ja energian tarpeensa ansiosta kohonnut kustannuksiltaan edullisimmaksi.

Mikäli pumppuamo voisi ostaa energian suoraan Imatran Voima Osakeyhtiöltä tällä hetkellä voimassa olevilla tariffeilla, tulisi energian hinnaksi n. 4.3 p/kWh, vastaavan hinnan edellä olevassa laskelmassa ollessa n. 7.7 p/kWh.

Energian hinnalla 4.3 p/kWh laskien olisivat kustannukset ehdotuksessa 1B 0.096 p/m³ ja ehdotuksessa 3 0.096 p/m³. Ehdotukset olisivat siis tällöin kustannusten puolesta samanarvoiset.

Pumputtaessa vettä Päijänteestä Vesijärveen pienenevät Kymijoen virtaamat vastaavalla määrällä. Päijänteestä Etelä-Suomeen siirrettävän veden

hinnasta tulee osa olemaan Kymijoen vesivoiman omistajille maksettavia korvauksia. Näitä korvauksia on käsitelty yksityiskohtaisemmin liitteessä 6.

Kuten edellä esitetystä ilmenee ovat kaikki tutkitut vaihtoehdot käytännöllisesti katsoen samanarvoisia rakennuskustannusten ja ennenkaikkea vesi-m³ kohti laskettujen kustannusten puolesta. Mahdollisesti toteutettavan vaihtoehdon valinta voidaan ja täytyykin tässä tapauksessa suorittaa muiden ratkaisuun vaikuttavien näkökohtien perusteella.

Tällaisina valintaan vaikuttavina seikkoina tulevat lähinnä kysymykseen ehdotuksen vaikutus kanavan seudun maisemaan ja kanavan liikennöimiseen, sen sopeutuminen kaavoittajan suunnitelmiin ja ehkä vielä sen edellytykset rakentamiseen tarvittavien lupien ja maa-alueiden saantiin.

2. Vedensiirto Vesijärvestä Pääjärveen

2.1 Pumppuamo ja avouoma

Alustavissa karttatutkimuksissa selvitettiin kolmea vaihtoehtoa veden siirtämiseksi Vesijärvestä Pääjärveen. Kahdessa niistä pyrittiin käyttämään Vesijärveen laskevia jokia vedensiirtoreitteinä. Uomissa olleiden useiden portaiden vuoksi päädyttiin kuitenkin suoraan järviä erotettavan kannaksen poikki kaivettavaan avouomaan, johon on suunniteltu rakennettavaksi samanlainen pumppuamo kuin Hausjärvelle (5. Vedensiirto Puujoesta Vantaanjokeen).

Maastossa tutkitulla linjalla oli paaluvälillä 23 + 00 - 33 + 00 3 erilaista vaihtoehtoa. Samoin tutkittiin mahdollisuutta em. paaluvälin tekemiseksi kalliotunnelina. Edullisimmasta linjasta on laadittu suunnitelma. Linjan asema ja järjestelmän edellyttämät rakenteet käyvät ilmi kuvista 3 ja 4.

Suunnitelman edellyttämät kenttätutkimukset suoritti tie- ja vesirakennuslaitoksen Hämeen piiri.

Vedensiirtojärjestelmä on mitoitettu virtaamalle 10 m³/s.

Suunnittelussa on pidetty päämääränä mahdollisimman taloudellisen uomarakkaisun aikaansaamista. Massat on tästä johtuen pyritty mahdollisuuksien mukaan läjäämään suoraan kaivusta uoman reunoille kuljetuskustannusten välttämiseksi. Vedensiirtoreitin sijaitessa suurimmalta osalta asumattomilla takamailla on tähän tarjoutunut maisema- ja maankäyttösuhteiden puolesta hyvät mahdollisuudet. Läjäämiselle asettaa kuitenkin rajoituksia maaperän kantavuus sekä maaston topografiset seikat. Linjan alkuosassa lähellä Vesijärveä on avoimella peltoalueella katsottu myös maisematekijöiden vuoksi parhaimmaksi ajaa kaivuumassat läjitysalueille.

Syvissä leikkauksissa on oletettu kaivu ja läjitys tapahtuvaksi molemminpuolisina mikäli maastosuhteet sen sallivat. Paaluvälillä 26 + 10 - 28 + 00 on massat ajettava läjitysalueelle, koska linja sijaitsee jyrkkärinteisessä solassa.

Reunapenkereet on oletettu tehtäväksi paikalta kaivusta saaduista tai muutenkin ajettavaksi tulevista massoista.

Linjalta louhittavaksi tulevia kalliomassoja on suunniteltu käytettäväksi verhoustoissa. Verhoustyötä joudutaan tekemään uoman syöpmisen estämiseksi kiviverhouksena plv 37 + 80 - 43 + 90 sekä eräissä osin so-
raverhouksena.

Nurmetusta luiskan vakavuuden lisäämiseksi on suunniteltu korkeassa leikkauksessa plv 26 - 30 + 40.

Uomaan on suunniteltu pohjapato pl 38 + 00 kohdalle, jonka avulla pidetään jatkuvasti vettä plv:llä 18 + 00 - 38 + 00. Tällä pyritään estämään uoman tukkeutuminen talvella.

Vedensiirtoreitin kokonaispituus on 7 245 m, josta painejohdon osuus on 1 000 m. Pohjanleveydeltään on avouomaosuus Vesijärvi - pumppuamo 8,0 m ja muut osuudet 6,0 m, paitsi plv 38 + 00 - 43 + 90, jossa suuren kaltevuuden vuoksi verhotussa uomassa riittää 5,0 m:n pohjanleveys. Luiskan kaltevuus on koko linjalla 1:2, paitsi em. korkeassa leikkauksessa plv 26 - 30 + 40 on leikkauksen yläosassa luiskan kaltevuus 1:1,5.

Pumppuamoratkaisuksi on valittu Vesi-Hydro Jäämies & Co:n Hausjärvelle

suunnittelema aksiaalipumppuamo. Pumppuamon sijoitus vastaa olosuhteita Hausjärvellä Puujoki - Vantaanjoki vedensiirtojärjestelmässä. Pumppuamon kapasiteetti on $4 \times 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ja nostokorkeus mitoitusvirtaamalla n. 34 m. Massoja tulee painejohdon ja pumppuamon osalta käsiteltäväksi n. 33 000 k-m^3 .

Avouoman osalta joudutaan massoja käsittelemään seuraavasti:

Savea, hiesua ja vastaavaa	278 300 k-m^3
Moreenia	52 600 k-m^3
Kalliota	16 000 k-m^3

Massoista, joita on yhteensä n. 390 000 k-m^3 , siirretään (0 - 3 km) ulkopuolisille läjitysalueille ja reunapenkereisiin vajaat 20 %.

Vedensiirtojärjestelmän kustannusarvio on laadittu urakatöissä käytettyjen yksikköhintojen perusteella. Rakennuskustannukset muodostuvat pääkohdittain ryhmiteltynä seuraaviksi:

Raivaus	100 000,-
Leikkaus- ja ruoppaustyöt	1 490 000,-
Uoman verhoaus	100 000,-
Pohjapato	25 000,-
Sillat	125 000,-
Lunastukset ja korvaukset sekä viimeistely	130 000,-
Yleiskustannukset (n. 20 %)	510 000,-
Pumppuamo ja painejohto	2 220 000,-
Ennakolta arvaamattomat kustannukset	300 000,-
Rakennuskustannukset yhteensä mk	5 000 000,-

2.2 Pumppuamo ja tunneli

Edelläesitetty vedensiirto Vesijärvestä Pääjärveen on tutkittu ja suunniteltu avouomaratkaisuna (2.1). Se edellyttää veden nostamista Vesijärvestä ($W = \text{NN} + 81.2 \text{ m}$) Pääjärven vedenjakajalle tasoon $\text{NN} + 114.3 \text{ m}$, minkä jälkeen vesi juoksee avokanavassa Pääjärveen ($W = \text{NN} + 103.0 \text{ m}$). Pumppuamon ja painejohdon virtausvastukset mukaanlukien on järjestelmän edellyttämä nostokorkeus mitoitusvirtaamalla ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) n. 39 m järvien vedenpintojen korkeuseron ollessa vain 21.8 m.

Jos koko vedenhankintajärjestelmän toteuttamisjärjestystä muutetaan siten, että ensimmäisessä vaiheessa vedensiirto Vesijärvestä Pääjärveen

hoidetaan avouomaratkaisin asemesta tunneliosuudella, näyttää alustavien selvitysten mukaan edullisimmalta sijoittaa n. 12 km pitkä tunneli Vesijärven ja Puujoen (Teuronjoen) välille n. 3 km Pääjärven padon alapuolelle (Kuva 5). Mainittu tunneliosa sopii silloin Helsinki - Päijänne tunnelin yleissuuntaan muodostaen koko järjestelmän valmistuttua osan tästä. Poikkeama yleissuunnasta lisää lopullisen tunnelijärjestelmän teoreettista kokonaispituutta vain n. 0.5 km. Vesijärven - Puujoen välinen tunneliosa alentaa myös pumppuamiskustannuksia avouomaratkaisuun verrattuna pumppuamiskorkeuden pienentyessä tunnelin pienempien virtaushäviöiden takia sekä siitä syystä, että vesi voidaan johtaa Puujokeen tasoon NN + 95 m, mikä on 8 metriä alempana kuin Pääjärven vedenpinta. Lisäksi tunneliratkaisulla sivuutetaan Pääjärvi, joka jää tässä vaiheessa vedensiirtojärjestelmän ulkopuolelle. Pääjärven käytöstä vedensiirtoon on arvioitu aiheutuvan haittaa Helsingin yliopiston Lammin biologiselle koeasemalle.

Tunneliratkaisua ensivaiheessa puoltavat, kuten jo edelläolevasta käy ilmi, edullisemmat käyttökustannukset kuin avouomaratkaisussa. Käyttökustannusten osuus kokonaiskustannuksista (= rakentamis + käyttökustannukset) on suurempi silloin kuin järjestelmää käytetään jatkuvasti. Koko vedenhankintasuunnitelman ensimmäisessä toteuttamisvaiheessa on kysymys jatkuvasta käytöstä. Sensijaan vedenhankinnan varmistaminen varajärjestelmällä, jolla lisäksi taataan Helsingin vesihuoltoalueen jokien riittävät alivirtaamat teollisuus- ym. intresseille ei edellytä jatkuvaa vedensiirtoa. Tällöin rakentamiskustannuksiltaan tuntuvasti edullisempi avouomaratkaisu tunneliratkaisun rinnalla tekee mahdolliseksi kaikkien vedenhankinnalle asetettujen tavoitteiden saavuttamisen. Rakentamisjärjestyksen edullisuuden arvostelemiseksi suunnitelman ensimmäisessä vaiheessa on jäljempänä esitetty kustannusvertailuja. Vertailun tarkoituksena on ollut ensisijassa osoittaa kenttätutkimusten kiireellisyysjärjestys ts. olisiko tunneliratkaisu tutkittava maastossa osana vedenhankintasuunnitelman ensimmäisestä rakennusvaiheesta.

Tunneliratkaisun rakennuskustannukset muodostuvat pääkohdiltaan ryhmiteltyinä seuraaviksi:

Leikkaus- ja ruoppaustyöt	600 000,-
Pumppuamo	1 200 000,-
Tunneli	10 800 000,-
Rakennuskustannukset yhteensä mk	12 600 000,-

2.3 Kustannusvertailu

Seuraavassa on pyritty suppeasti tarkastelemaan rakentamisjärjestyksen merkitystä kustannuksiin siinä tapauksessa, että ensimmäisessä vaiheessa Vesijärven - Pääjärven välinen vedensiirto avouoman asemesta korvattaisiin tunneliosuudella Vesijärvestä Puujokeen n. 3 km Pääjärven alapuolelle. (Kuva 5 vaihtoehto 2). Laskelmissa on edellytetty, että myös avouomajärjestelmä toteutetaan osana koko vedenhankinnan varajärjestelmästä. Laskentaperusteet ja toteuttamisaikataulu ovat samat, jotka on lähemmin esitetty liitteessä H.

Avouomaratkaisun rakentamiskustannukset ovat 5.0 milj.mk, tunneliratkaisun 12.6 milj.mk. Kumpaankin ratkaisuun sisältyy yhteisenä osana sama pumppuamo ja avokanava Vesijärvestä pumppuamoon. Yhteisen osan rakennuskustannukset ovat n. 1.8 milj.mk. Tämä yhteinen osa jää myöhemmin vedenhankinnan koko tunnelijärjestelmän valmistuttua pelkästään avouomaratkaisua palvelemaan.

Jos tunneliratkaisu toteutetaan ensin joudutaan rakennuspääomaa alussa sijoittamaan 7.6 milj.mk enemmän kuin päinvastaisessa rakentamisjärjestyksessä. Tälle lisäpääomalle on laskettu korko, jota on verrattu vaihtoehtojen käyttökustannusten eroon (Kuva 6).

Käyttökustannukset muodostuvat pääasiassa pumppuamiskustannuksista. Kunnossapitokustannuksia ei tässä yhteydessä ole otettu huomioon niiden suhteellisen vähäisyyden takia. Lisäksi niissä ei voida osoittaa olevan mainittavia eroja eri ratkaisujen kesken.

Kun kuvassa 6 verrataan säästetyn pääoman koron ja käyttökustannusten eron vuotuisia arvoja, todetaan korkokannan suuri vaikutus vertailuun. Korkoprosentin ollessa 6 olisivat pääoman korko ja käyttökustannusten ero saman suuruisia keskimääräisellä vesimääräarvolla 5 m³/s. Vesimäärän ollessa tätä suurempi nousevat käyttökustannusten erot pääoman vuotuista korkoa suuremmiksi ja tällöin olisi edullisempaa rakentaa tunnelivaihtoehto ensimmäisenä.

Rakentamisjärjestyksen vaikutusta kokonaiskustannuksiin on myös laskettu vertaamalla keskenään kahdessa eri järjestyksessä toteutetun koko

vedenhankintajärjestelmän kustannusten (rakentamiskust. + käyttökust.) vuoteen 1975 redusoituja arvoja, ns. nykyarvoja. Käyttökustannukset on tällöin laskettu olettamalla vedentarpeen kasvavan laaditun ennusteen keskimääräisten arvojen mukaan. Lisäksi on otettu huomioon Mäntsälänjoen alivirtaamien lisääminen määrään $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Vesimäärän teoreettisia arvoja on suurennettu avouomaosuuksien virtaamatappioilla 20 % vesilaitosveden osalta ja 30 % Mäntsälänjoen osalta.

Kuvasta 6 todetaan, että mainituilla vesimäärillä olisi edullisempaa rakentaa ensin tunnelivaihtoehto. Laskelmissa on korkokantana käytetty 6 %:a. Tällöin kokonaiskustannusten ero kaudella 1975 - 1985 olisi n. 640 000 mk tunnelivaihtoehdon eduksi.

Jos korkokantana käytetään 7 % tulee avouomavaihtoehto edullisemmaksi ensimmäisenä toteuttamisvaiheena.

3. Puujoki vedensiirtoreittinä

Puujoki kuuluu osana Kokemäenjoen vesistöön, sen Vanajaveden reitin itäisimpänä haarana (Kuva 7). Joen yläosasta käytetään myös nimeä Teuronjoki. Joki on osa suunnitellusta avoumajärjestelmästä vedensiirtoreitillä Päijänne - Helsinki.

Puujokea koskevat tiedot on saatu Helsingin maanviljelysinsinööripiiriltä, jonka toimesta on toteutettu lähinnä maan kuivatustarkoituksissa ns. Teuronjoen ja Puujoen yläjuoksun perkaus 8.3.1954 annetun vesistötoimikunnan luvan mukaisesti.

Perkaus on suoritettu pääasiassa 1950 ja 1960 lukujen vaihteessa. Työ on suurin piirtein jo saatettu loppuun, mutta sitä ei ole vielä luovutettu perkaus- t. järjestely-yhtiölle (= hyödynsääjat). Suunnitelman teon jälkeen jonkin verran muuttuneet olosuhteet on otettu huomioon merkityksensä mukaisesti (Kuva 8).

Perkaushankkeen yhteydessä on suoritettu myös järvien järjestelyjä. Nykyään toteutetaan Pääjärven ja Ansio-, Mommilan- ja Hietaistenjärven sekä Valkjärven ja Oriharonjärven vedenjuoksun järjestelyä em. lupapäätöksen edellyttämällä tavalla (Kuvat 7 ja 9).

Järjestelystä suunnitelmassa on esitetty hankkeesta tulevan myös mm. voimataloudellista hyötyä. Suunnitteluaikana olivat seuraavat kosket rakennettuina:

Varunteenkoski	1,6 m
Myllykylän koski	4,5 "
Hankalan koski	2,1 "
Jokelan koski	0,9 "
Myllykoski	4,3 "
Sahakoski	1,1 "

Laitokset olivat pääasiassa myllyjä, jotka kaikki ovat nyt jo lopettaneet toimintansa. Lisäksi on Varunteenkoski perattu viimeisimmän perkausvaiheen yhteydessä. Suurin osa laitosten laitteista ja rakennuksista on kokonaan purettu jo ennen perkauksen suorittamista. Täten ei vesistöllä ole nykyisin enää voimataloudellista merkitystä.

Asutus joen vesistöalueella on suhteellisen vähäistä ja suurelta osalta haja-asutuksen luonteista. Taajamista sekä vedenkäytöstä voidaan mainita:

taajama t. laitos	asukas- määrä	vedenkäyttö m ³ /vrk.	purku- paikka	jäteveden käsittely
Koski, kk	800		Teuronkoski	-
Kärkölä, Järvelä	1 200	80	Valkjärvi	-
Osuusmeijeri, Järvelä		20	-"	mek.
Kärkölä, kk	300		Teuronjoki	-
Hausjärvi, Oitti	1 300	160	Puujoki	lammik.

Joessa harjoitetaan vielä jonkin verran uittoa, joka on vahvistettu Vanajavesistön sivuväylän uittosäännöissä 30.7.1947.

Perkauksen yhteydessä on otettu huomioon uittajien edut sekä varauduttu jopa uiton mahdolliseen lisääntymiseen. Viime vuosina on uitto kuitenkin miltei kokonaan lopetettu. Jonkin verran harjoitetaan uittoa väylän yläpäässä Pääjärvestä Lanonlammelle sekä Hankalankosken ja Mommilanjärven välisellä osalla.

Perkauksen yhteydessä toteutetussa säännöstelyssä on myös otettu huomioon sahateollisuuden etuja. Ansio- ja Mommilanjärven vedenjuoksua säännöstellään lupapäätöksen mukaan siten, ettei kesäaikana tapahdu haitallista vedenkorkeuden alenemista ko. järvissä ja samalla myös rannalla sijaitsevan Saitanlahden Saha Oy:n tukkialtaissa.

Kuvasta 8 käy ilmi, että joki on perkauksen yhteydessä mitoitettu $10,4 - 35 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruiselle virtaamalle. Mitoituksensa puolesta reitti siten vastaa vedensiirtotarvetta. Talviolosuhteissakin voidaan vedenjohtokyky pitää riittävänä pysyttämällä rakennettujen patojen avulla vedenkorkeus jäätymisajankohtana mahdollisimman suurena.

4. Vedensiirto Puujoesta Mäntsälänjokeen

Tutkittaessa mahdollisuuksia Mäntsälänjoen alivirtaamien lisäämiseksi on otettu huomioon sekä vesistön säännöstelymahdollisuus että vedensiirto toisesta vesistöstä. Taloudellisimpaan tulokseen päästään näiden mahdollisuuksien yhteensovittamisella.

Vedensiirrosta on tutkittu lähinnä kahta erilaista ratkaisua: vedensiirto Päijänteestä Puujoen kautta Pursijärveen tai Vesijärvestä Luhtikylän tekoaltaan kautta Hunttijärveen. Alustavien karttatutkimusten ja paikalla käyntien perusteella on päädytty vedensiirtoreitin suunnittelemiseen Puujoesta Pursijärven ja Rutajärven kautta Olkistenjokeen Mäntsälänjoen latvoille (Kuva 10).

Varsinaisia maastotutkimuksia ei tässä yhteydessä ole suoritettu, vaan suunnitelma on laadittu topografikarttojen 1:10 000 perusteella. Suunnittelukohteeseen on tutustuttu lisäksi maastossa. Väliltä Pursijärvi - Rutajärvi on myös ollut käytettävissä maataloushallituksen perkaussuunnitelma maastotutkimustuloksineen.

Vedensiirtojärjestelmä on mitoitettu $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ virtaamalle, joka on $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ suurempi kuin Mäntsälänjoen tavoite-alivirtaama.

Vedensiirtoreitin kokonaispituus siltä osalta, jolla joudutaan rakennustöitä suorittamaan, on n. 12 km. Tästä uuden uoman osuus on 2,0 km, loppuosan ollessa järvien (Pursijärvi ja Rutajärvi) lisäksi vanhan ojan suurentamista n. 7 km:n matkalta. Vanhan uoman suurentamisen osalta on tarkempi suunnitelma tehty vain Pursijärven ja Rutajärven välille.

Välillä Rutajärvi - Olkistenjoki on perkaustarve ($n. 15\ 000 \text{ k-m}^3$) jo paljon pienempi kuin muilla osilla. Maastotutkimustenkin puuttuessa ei tätä osaa ole katsottu tarpeelliseksi tarkemmin suunnitella.

Säännöstelypatoja on reitille suunniteltu kolme, (Kuvat 10 ja 11). Nämä sijaitsevat Pursijärven ja Rutajärven luusuoissa sekä Olkistenjoessa. Tarvittava pumppuamo on alustavasti suunniteltu teholtaan $2 \times 1,5 \text{ m}^3/\text{s} = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Nostokorkeus on n. 6 m.

Vedensiirtoreitin kulkiessa suurelta osalta peltoalueiden läpi joudutaan miltei kaikki leikkausmassat ajamaan läjitysalueille. Suunnitelman mukaan joudutaan leikkausmassoja käsittelemään yhteensä n. $165\,000 \text{ k-m}^3$ sekä pengermassoja n. $5\,000 \text{ k-m}^3$.

Kustannusarvio muodostuu pääkohdittain ryhmiteltynä seuraavaksi:

Leikkaus- ja pengerrystyöt	420 000,-
Säännöstelypadot	80 000,-
Sillat ja rummut	123 000,-
Pumppuamo	491 000,-
Lunastukset ja korvaukset	175 000,-
Yleiskustannukset	261 000,-
Rakennuskustannukset yhteensä mk	1 550 000,-

5. Vedensiirto Puujoesta Vantaanjokeen

5.1 Avouoma

Vedensiirron tarkoituksena on varmistaa Vantaanjokeen riittävä alivirtaama siinä tapauksessa, että ensisijaiseksi suunnitellun tunnelijärjestelmän käytössä tulee keskeytys. Muuna aikana saadaan vedensiirron avulla Vantaanjokeen riittävästi vettä teollisuuden, maatalouden ja vesiensuojelun tarpeisiin.

Karttatutkimusten ja paikallakäyntien perusteella valittiin aluksi Puujoen ja Vantaanjoen väliseltä vedenjakajalta edullisimmat tutkimusalueet. Tämän jälkeen aloitettiin varsinaiset kenttätutkimukset vuoden 1964 syksyllä. Aluksi suoritettiin kysymykseen tulleiden alueiden korkeussuhteiden kartointus avouoman edullisimman aseman valitsemiseksi. Kenttätutkimusten perusteella valittiin linjan Puujoki - Vantaa lopullinen asema ja suoritettiin linjalla yksityiskohtaiset maaperätutkimukset.

Maastotutkimukset suoritti tie- ja vesirakennuslaitoksen Hämeen piiri tie- ja vesirakennushallituksen vesistöosaston ja maatutkimustoimiston valvon-

nassa. Erikoisrakenteiden kuten pumppuamon ja painejohdon, osalta suunnitelman laati insinööritoimisto Vesi-Hydro Jäämies & Co.

Kartta ja pituusleikkaus vedensiirtoreitistä on esitetty kuvissa 12 ja 13.

Vedensiirtojärjestelmä mitoitetttiin virtaamalle $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

Suunnittelussa pidettiin päämääränä mahdollisimman edullisen uomaratkaisun aikaansaamista. Massat pyrittiin mahdollisuuksien mukaan läjäämään suoraan kaivusta uoman reunoille kuljetuskustannusten välttämiseksi. Läjäämiselle asettaa kuitenkin rajoituksia maaperän kantavuus sekä muutamilla paikoilla tonttimaat.

Harjuleikkauksesta (plv 50 + 80 - 55 + 00) saatavat soramassat oli alunperin suunniteltu käytettäväksi lähistöllä suoritettaviksi tuleviin tie-rakennuksiin, mutta ajoitusvaikeuksien vuoksi tästä kuitenkin oli luovuttava.

Virtausnopeuden pienentämiseksi on uomaan suunniteltu portaita. Uomaan on suunniteltu myös säännöstelypato (pl 61 + 20) vedenpinnan pysyttämiseksi tasakorkeudella plv:llä 30 + 00 - 61 + 20. Tällä pyritään estämään uoman tukkeutuminen talvella mahdollisten pumppuamistaukojen aikana.

Vedensiirtoreitin kokonaispituus on ll 650 m, josta painojohtoa (ϕ 2000 mm) 1200 m. Pohjaleveydeltään on avouomaosuus Puujoki - pumppuamo 8,0 m ja muut osuudet 6,0 m. Luiskan kaltevuus on 1:2 muualla, paitsi lähellä Vantaanjokea matalassa uomassa n. 4,8 km matkalla sekä soraharjun (Salpaus-selkä) leikkauksen yläosassa, joissa kaltevuus on 1:1,5.

Suunnitelman mukaan joudutaan käsittelemään massoja avouomaosuudella seuraavasti: Savea, hiesua ja vastaavaa n. $483\,000 \text{ k-m}^3$ sekä soraa n. $207\,000 \text{ k-m}^3$ eli yhteensä n. $690\,000 \text{ k-m}^3$. Massoista siirretään ulkopuolisille läjitysalueille n. 40 % eli $270\,000 \text{ k-m}^3$. Tästä määrästä on kuitenkin pääosa (n. $206\,000 \text{ k-m}^3$) harjuleikkauksesta saatavaa soraa, jonka läjitys voidaan suorittaa lähellä leikkausta oleviin harjukuoppiin siinä tapauksessa, ettei sillä ole käyttöä muussa rakennustoiminnassa.

Vantaanjoen käyttö vedensiirtoreittinä ja siitä aiheutuvat (perkaus-)kus-

tannukset on myös otettu huomioon jäljempänä olevassa kustannusarviossa. Helsingin maanviljelysinsinööripiirin toimesta on suoritettu Vantaanjoen latvaosien perkaus. Suunnitelman mukaan on Riihimäen yläpuolella perattu Vantaan pääuomaa vedensiirtosuunnitelman liittymiskohdasta n. 3 km:n pituudelta joen alajuoksun suuntaan. Tämä väli on perkaussuunnitelmassa mitoitettu virtaamalle $8,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Lisäperkaus, jota vedensiirtosuunnitelman mitoitusvesimäärä ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) edellyttäisi, vaatisi n. $6\,000 \text{ km}^3$:n poistamista uomasta. Tämä tulisi kysymykseen siinä vaiheessa, kun vedensiirtotarve ylittäisi uoman johtokyvyn.

5.2 Pumppuamo

Pumppuamosta vedensiirtoreitin pl. 18 + 00 suunniteltiin kaksi vaihtoehtoista ratkaisua. Ehdotuksissa lähdettiin siitä, että vesimäärä $10 \text{ m}^3/\text{s}$ nostetaan tasolta n. 79.80 tasolle 102.60 paaluvälillä 18 - 30.

Toisena vaihtoehtona tutkittu ruuvipumppuamoratkaisu johti huomattavasti korkeampiin kustannuksiin, kuin yhteen kohtaan keskitetyssä aksiaalipumppuamossa. Tässä vaihtoehdossa veden nosto olisi ollut porrastettava ja suoritettava kolmessa osassa.

Edullisemmassa vaihtoehdossa, aksiaalipumppuamossa, vesi nostetaan tasolta 78.35 tasolle 102.75. Pumppuamo on sijoitettu pl. 18, koska syvän avokanavan rakentaminen on selvästi kalliimpaa kuin painejohdon teko.

Mitoitusvesimäärä ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) on jaettu neljälle pumpulle tasan ($4 \times 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$). Ennen pumppuja on tulokanavassa karkea välppä sekä konekäyttöinen hienovälppä. Pumppujen imutila on kaksiosainen. Kumpikin voidaan erottaa erikseen seteillä ja pitää kuivana tyhjennyspumpuilla. Pumppauksen loputtua voidaan vesi valuttaa painejohdosta imutilaan.

Painejohdoksi on suunnitelmassa ehdotettu $\phi 2\,000 \text{ mm}$:n Sentab-putkea. Painejohdon pituus on 1 200 m. Kokonaisnostokorkeudeksi on mitoitusvesimäärällä saatu 28,5 m. Moottoritehoksi on laskettu pumppua kohti 820 kW jolloin mitoitusvesimäärän nostamiseksi tasolle 102.75 avokanavaan tarvitaan tehoa 3 280 kW.

5.3 Kustannukset

Pumppuamon ja painejohdon alustava kustannusarvio pääkohdittain ryhmiteltyinä on seuraava:

Maatyöt	325 000,-
Painejohdo	1 215 000,-
Rakenteet	320 000,-
Koneistot	640 000,-
Yhteensä	mk 2 500 000,-

Koko vedensiirtojärjestelmän rakennuskustannukset välillä Puujoki - Vantaanjoki muodostuvat pääkohdittain ryhmiteltyinä seuraaviksi:

Raivaustyöt	150 000,-
Leikkaustyöt	2 280 000,-
Uoman verho	210 000,-
Pato	60 000,-
Sillat	560 000,-
Lunastukset ja korvaukset	220 000,-
Viimeistely	40 000,-
Yleiskulut (n. 20 %)	800 000,-
Pumppuamo ja painejohdo	2 500 000,-
Vantaanjoen perkaus	40 000,-
Ennakolta arvaamattomat kustannukset	140 000,-
Yhteensä	mk 7 000 000,-

6. Vedensiirto Siuntionjoen vesistöön

Siuntionjoen alivirtaamien lisäämiseksi on suunniteltu erilaisia mahdollisuuksia veden siirtämiseksi Karjaanjoen vesistöä. Tällöin tutkittiin kolmea erilaista mahdollisuutta: pumppuamista Lohjanjärvestä Mankkaanojaan sekä pumppuamista Hiidenvedestä joko Enäjärveen tai Helsingin kaupungin ns. Hiidenvesitunnelin kautta Poikkipuoliaisen järveen.

Mitoitusvirtaamana on suunnitelmissa käytetty $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.1 Vedensiirto Lohjanjärvestä

Suunniteltu kuvassa 17 esitetty vedensiirtoreitti on tutkittu alustavasti karttapohjan 1:20 000 sekä maastokäyntien perusteella. Se on suunniteltu vietäväksi Lohjanharjun yli rautatieleikkauksen kautta, jolloin säästetään

nostokorkeuden arvona n. 13 m. Nostokorkeus on suunnitelman mukaan n. 36 m.

Rakennuskustannukset on arvioitu pääkohdittain ryhmiteltyinä seuraaviksi:

Pumppuamo	320 000,-
Painejohto	470 000,-
Avouomat	130 000,-
Yleiskustannukset (n. 20 %)	180 000,-
Rakennuskustannukset yhteensä	mk 1 100 000,-

6.2 Vedensiirto Hiidenvedestä

Karttatarkastelun perusteella on alustavasti suunniteltu veden siirtämistä Hiidenvedestä Siuntionjoen latvoille joko Enäjärveen tai Poikkipuoliaiseen.

Vedensiirrossa Hiidenvedestä Enäjärveen käytetään suunnitelman mukaan pumppuamoa painejohtoineen sekä sen jatkeena avouomaa Enäjärveen (Kuva 17).

Tällöin on nostokorkeus n. 71 m ja rakennuskustannukset pääkohdittain ryhmiteltyinä seuraavat:

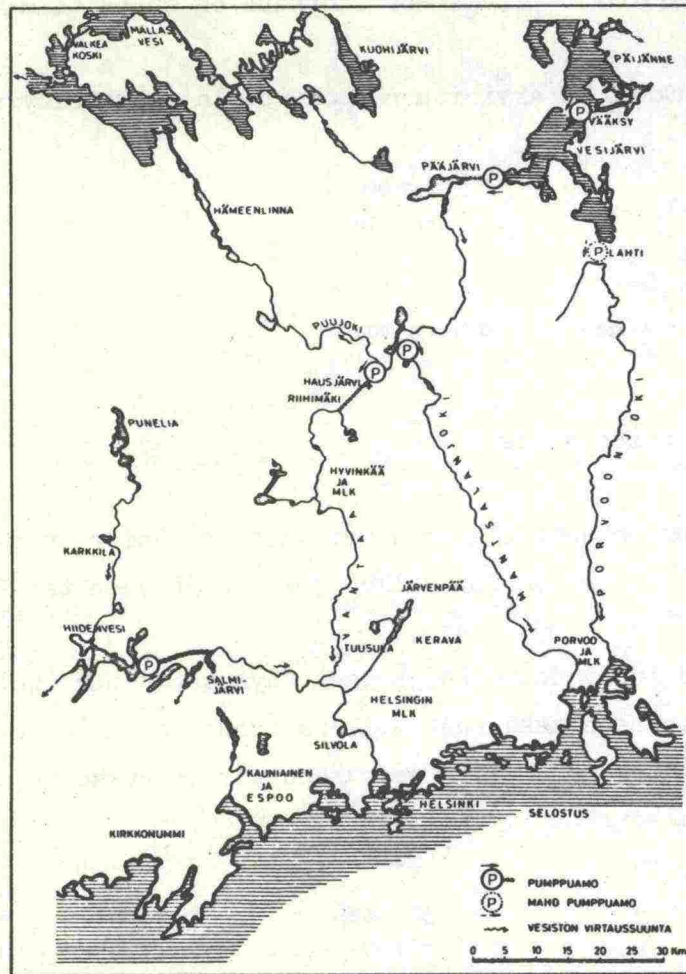
Pumppuamo	320 000,-
Painejohto	840 000,-
Avouomat	160 000,-
Yleiskustannukset (n. 20 %)	280 000,-
Rakennuskustannukset yhteensä	mk 1 600 000,-

Vedensiirrossa Hiidenvedestä Poikkipuoliaiseen käytetään suunnitelman mukaan hyväksi Helsingin kaupungin rakentamaa ns. Hiidenvesitunnelia pumppuamoinen. Tunnelin päätekohtasta Härkölänjoen latvoilta Poikkipuoliaiseen on rakennettava avouoma sekä Härkölänjokeen pato veden ohjaamiseksi (Kuva 17). Järjestelmä ei vaatisi uuden pumppuamon rakentamista mutta sensijaan tunnelin ja siihen liittyvän pumppuamon käyttöoikeuden. Tämä saattaa nostaa järjestelmän kustannuksia vaikka Helsinki ei tunneliaan jatkuvasti tarvitsisikaan. Nostokorkeus tunnelin osalla on n. 27 m.

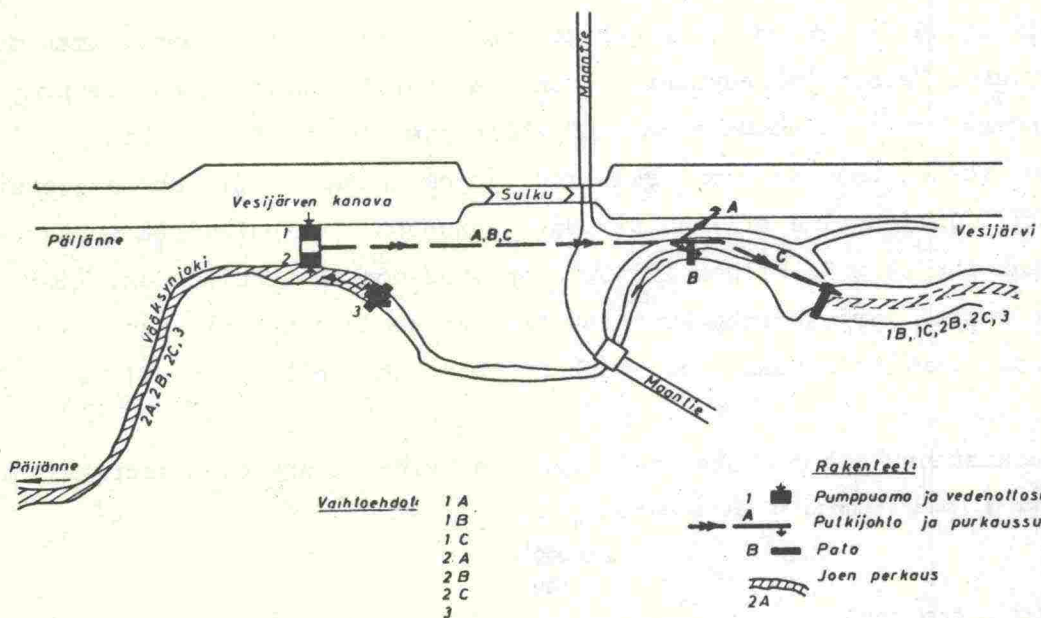
Rakennuskustannukset pääkohdittain ryhmiteltyinä on arvioitu seuraaviksi:

Osuutta tunnelikustannuksiin ei ole huomioitu

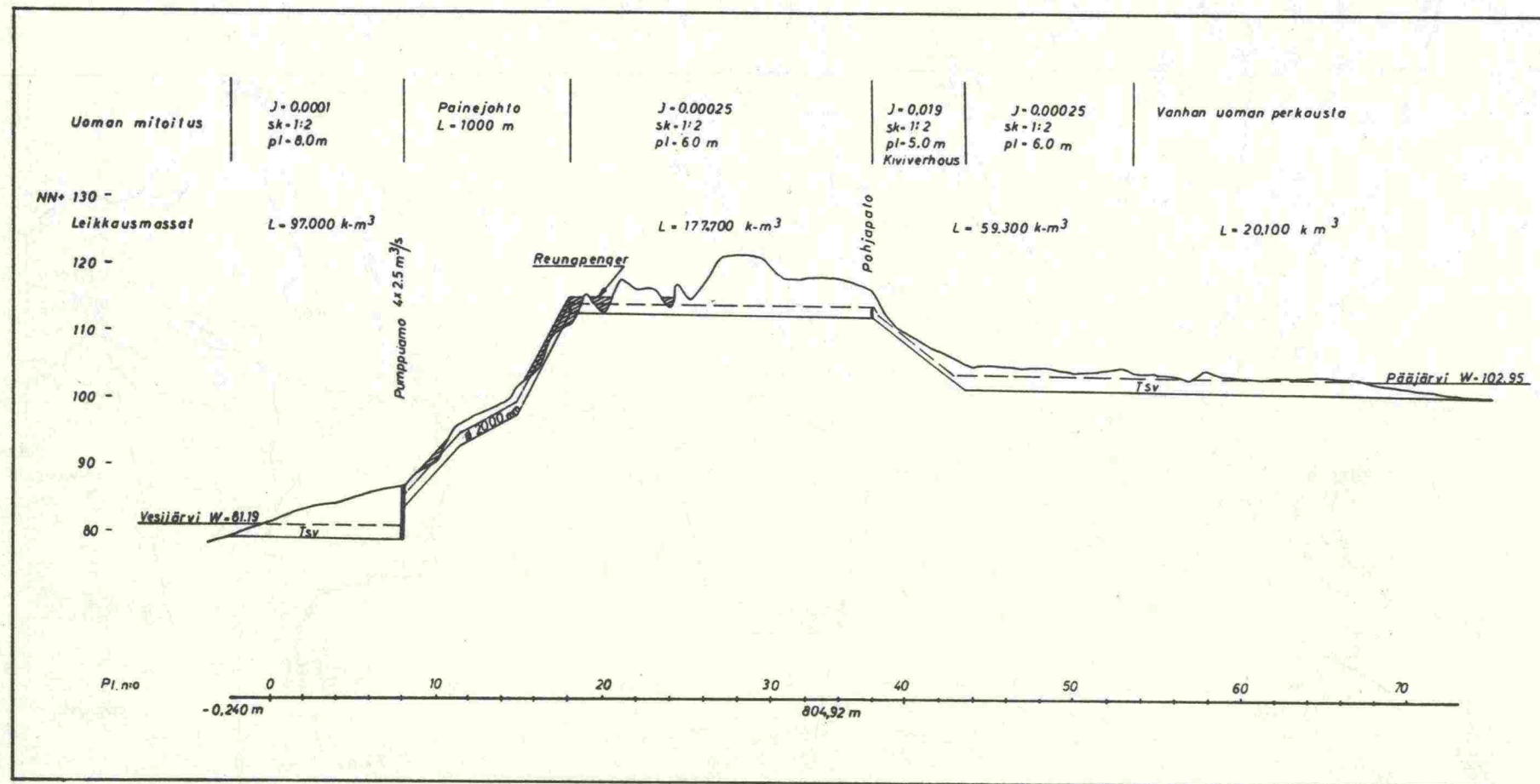
Avouoma	250 000,-
Pato	50 000,-
Lunastukset ja korvaukset	50 000,-
Yleiskustannukset (n. 20 %)	70 000,-
Rakennuskustannukset yhteensä	mk 420 000,-



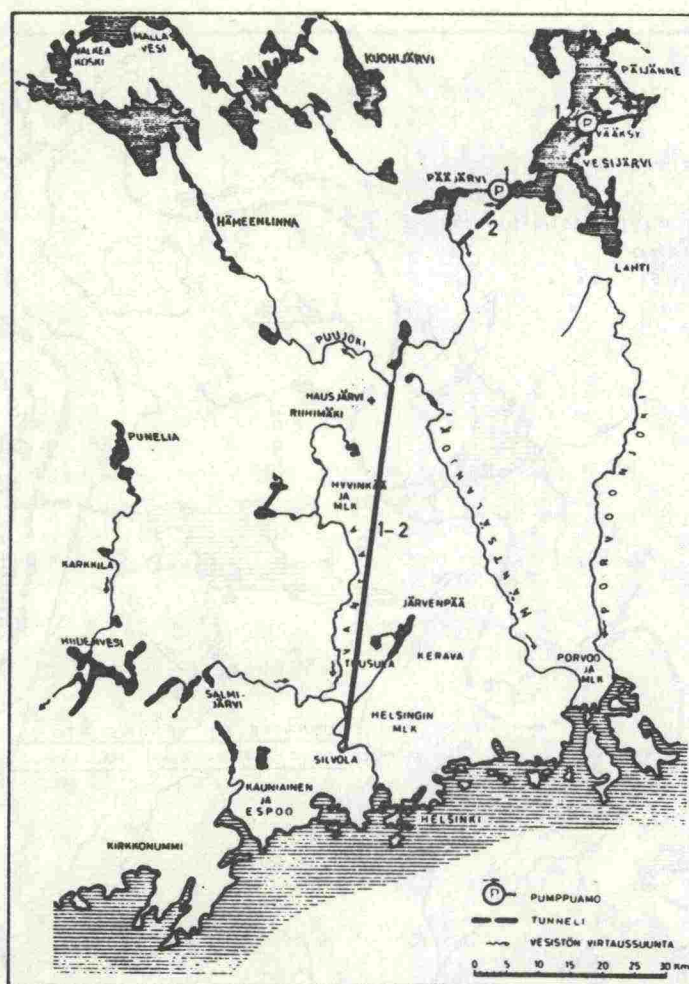
F/Kuva 1. Avouomajärjestelmä



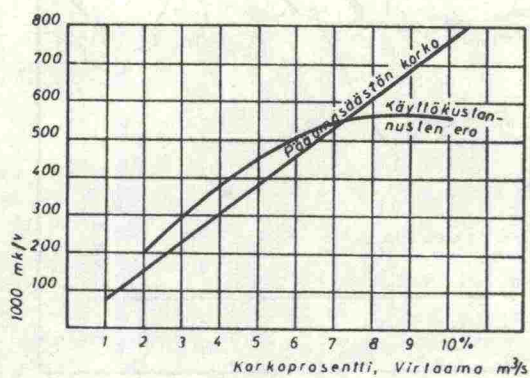
F/Kuva 2. Vedensiirto Päijänteestä Vesijärveen, kartta pumppuamovaihtoehtoista



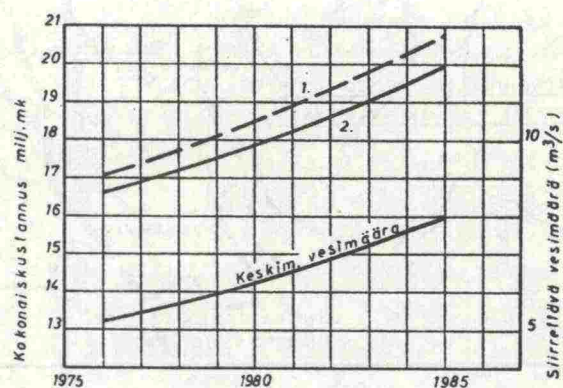
F/Kuva 4. Vedensiirtoreitti Vesijärvi - Pääjärvi, pituusleikkaus



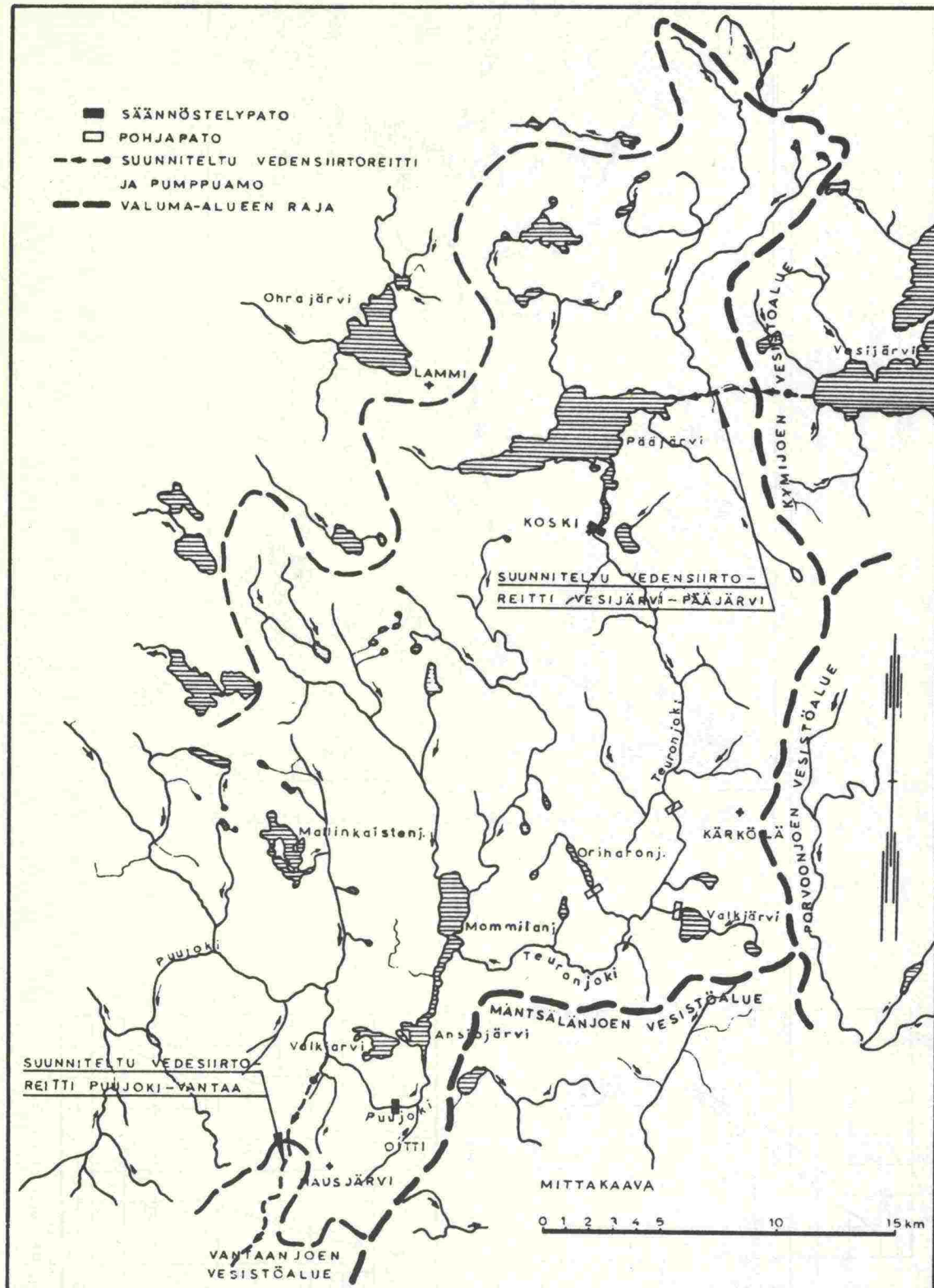
F/Kuva 5. Vaihtoehdot vedenhankintasuunnitelman ensimmäisessä toteuttamisvaiheessa



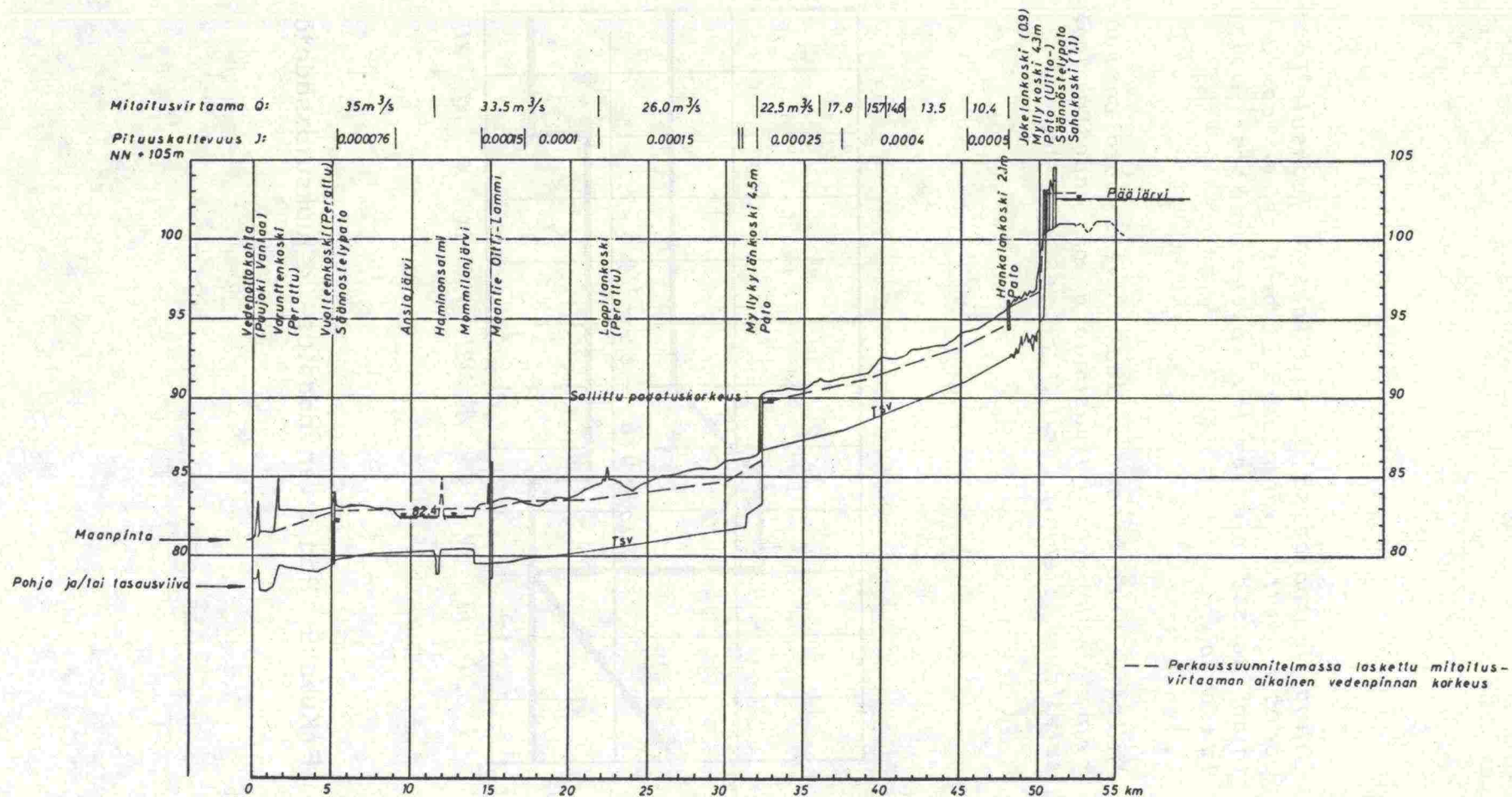
F/Kuvio 6.
Vuotuisen pääomasäästön korko sekä käyttö-
kustannusten ero (1000 mk/v)



Toteuttamisjärjestyksen vaikutus kokonaiskustannusten nykyarvona v.1975 (milj.mk)



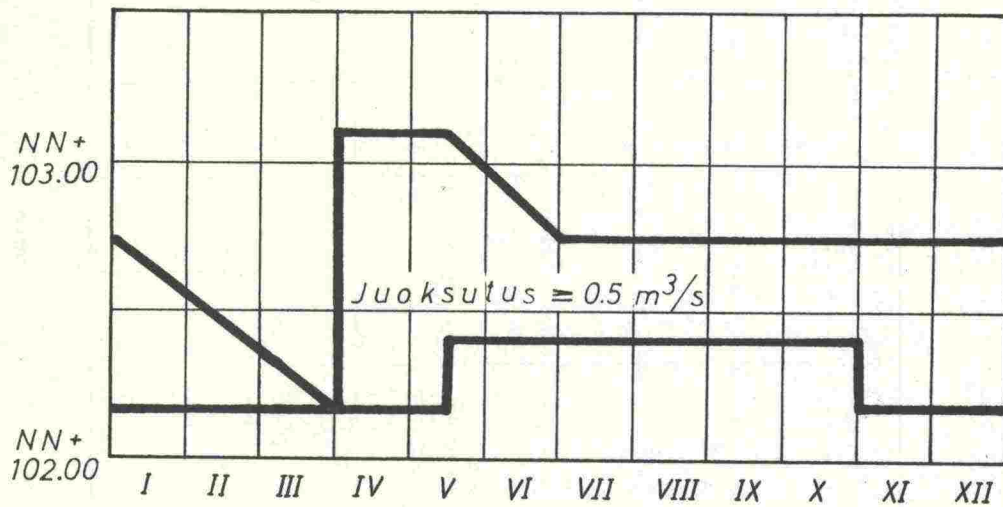
F/Kuva 7. Teuronjoki - Puujoki, vesistökartta



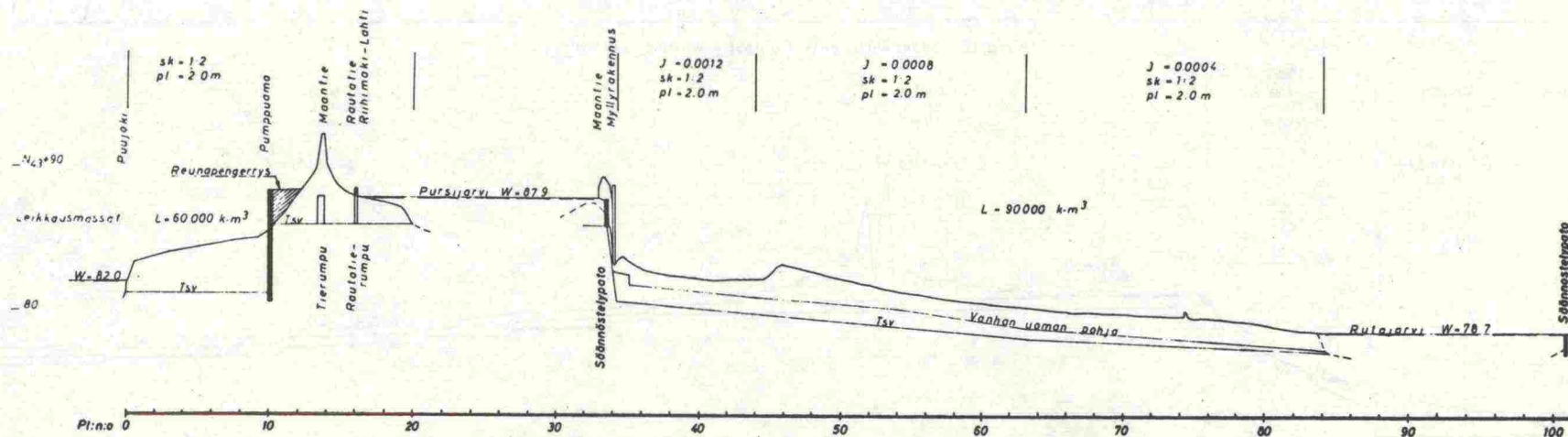
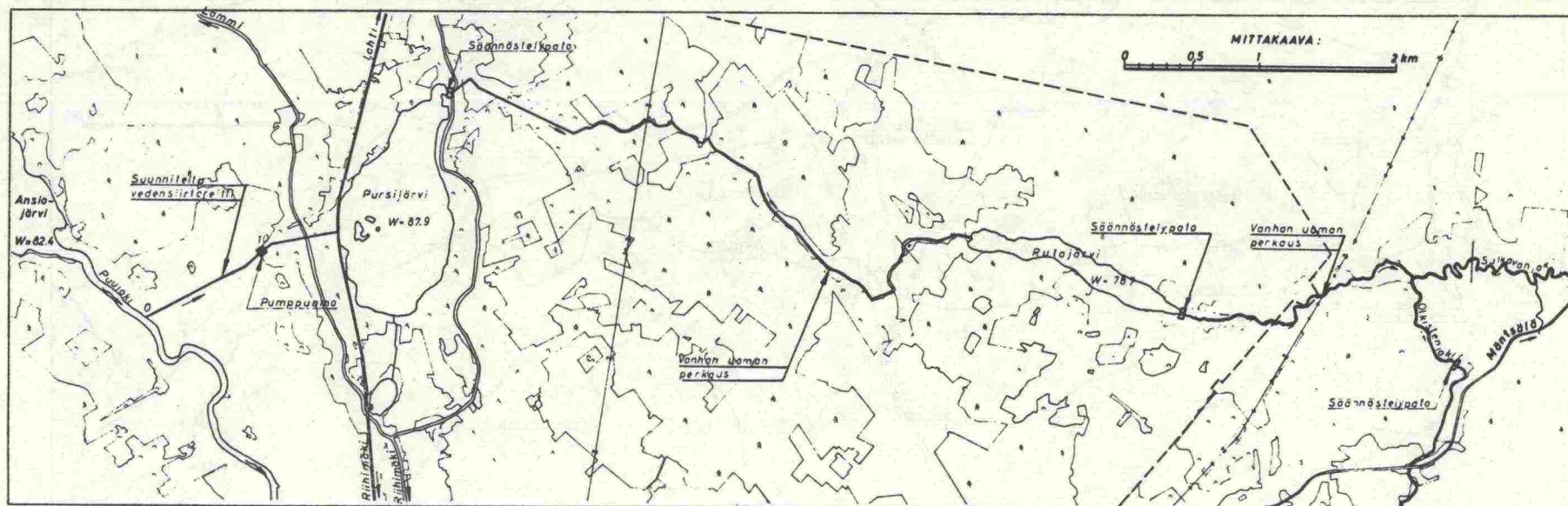
F/Kuva 8. Teuronjoki ja Puujoki, pituusleikkaus

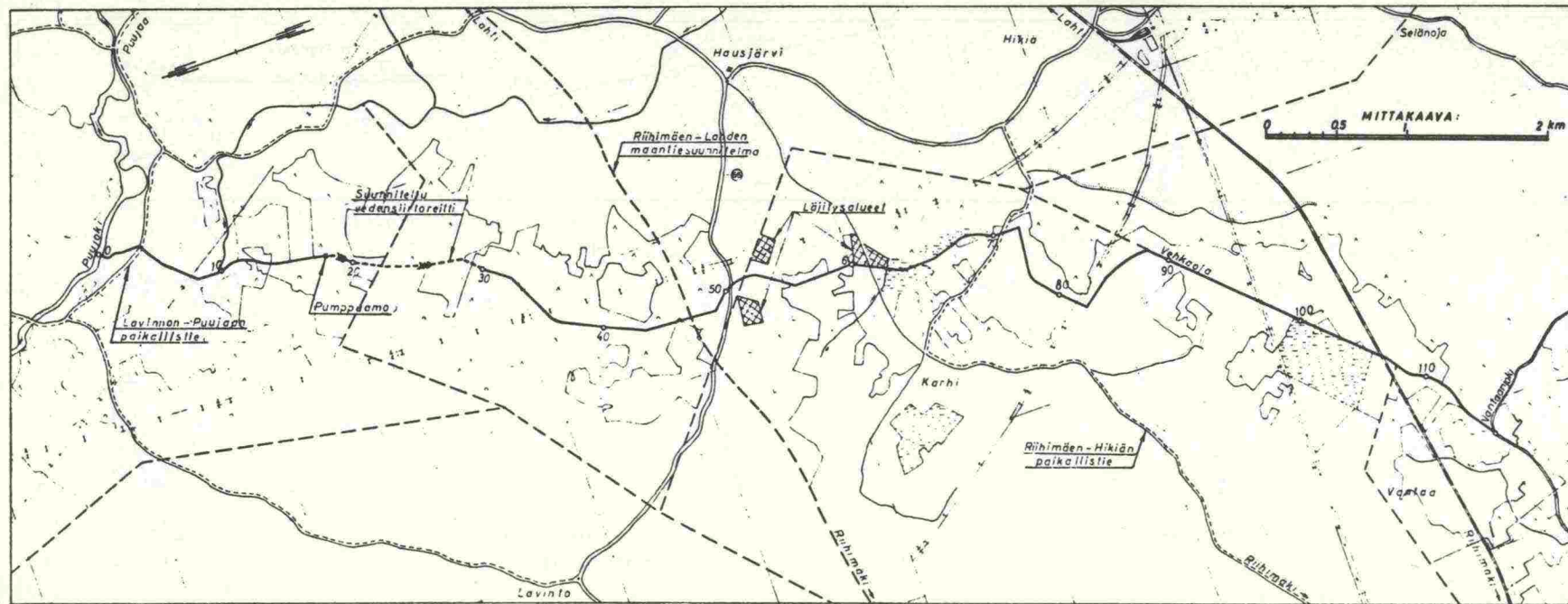
Uittoa Teuronjoessa suoritettaessa juoksutettava padosta vettä vähintään $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ellei ao. uit-tajan kanssa ole sovittu pienemmästä juoksu-tuksesta.

Milloin Teurojoessa virtaava vesimäärä on suu-rempi kuin keskiylivesimäärä on padosta juok-sutettava pienintä sallittua vesimäärää.

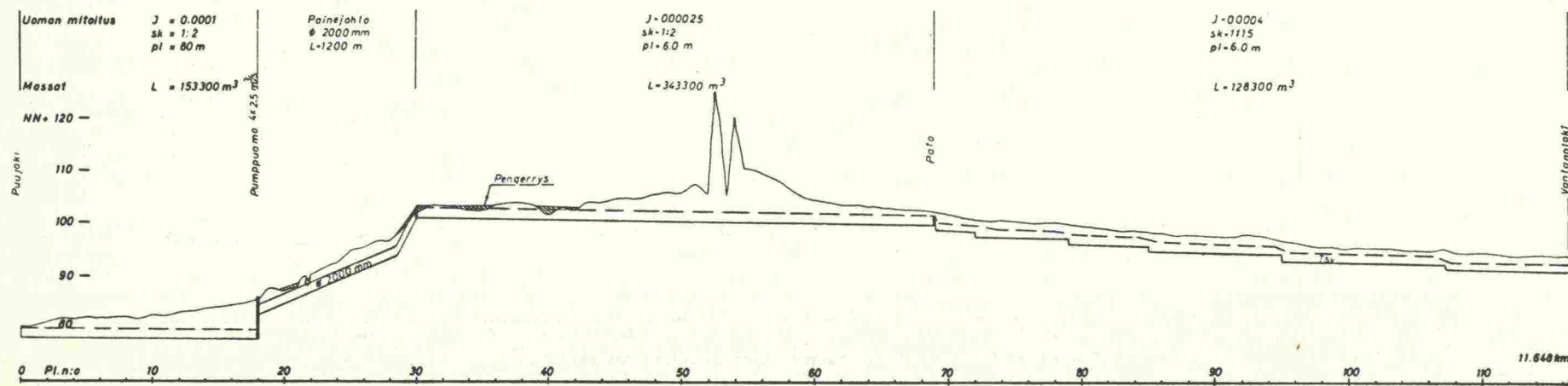


F/Kuva 9. Pääjärven padotus- ja juoksutussääntö

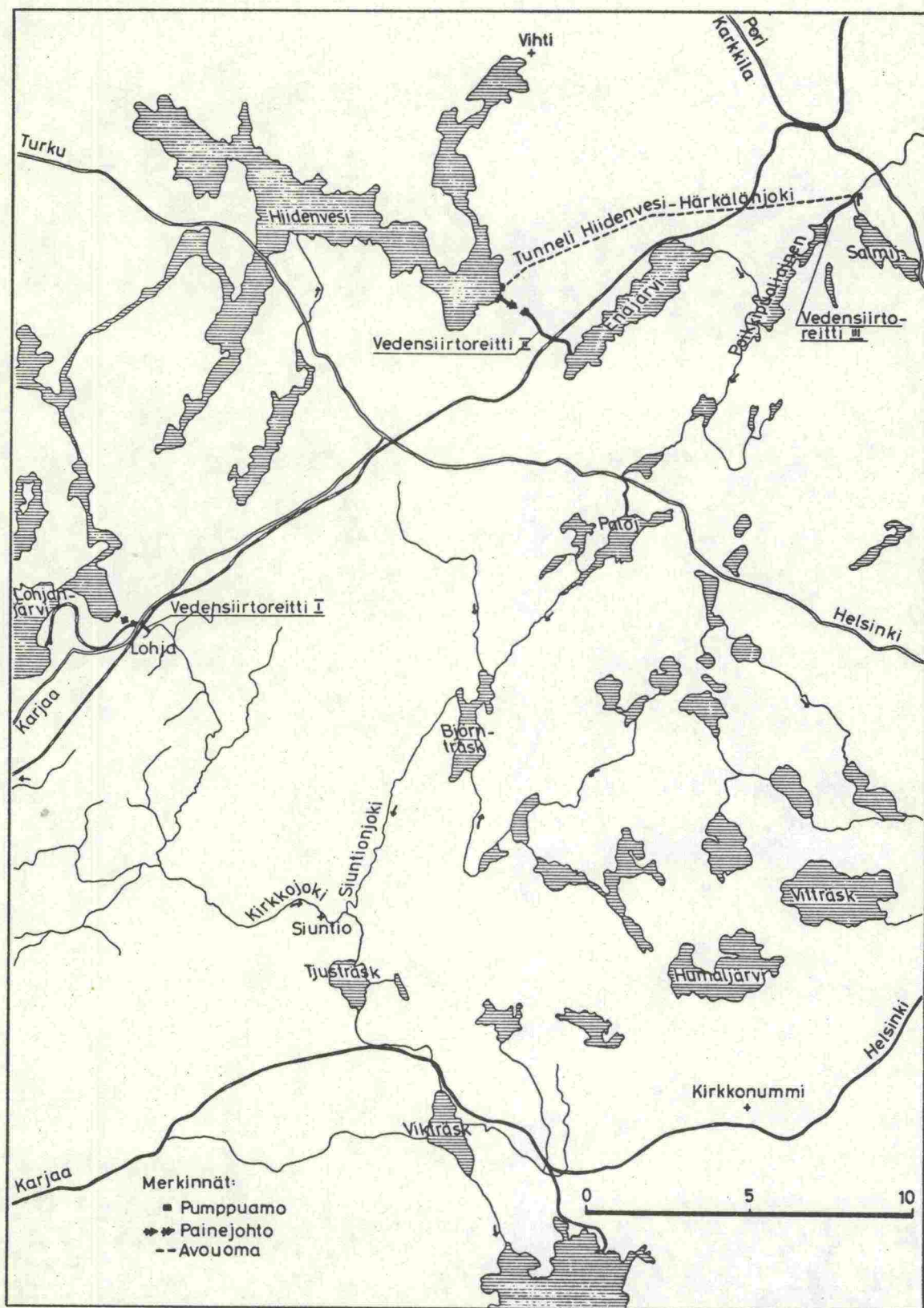




F/Kuva 12. Vedensiirtoreitti Puujoki - Vantaa, kartta



F/Kuva 13. Vedensiirtoreitti Puujoki - Vantaa, pituusteikkaus



F/Kuva 14. Vedensiirto Siuntionjoen vesistöön

	Sivu
Liite G. Kymijoen vesivoimakorvaukset	
1. Vesistön säännöstelystä	2
2. Nykyiset virtaamat	3
3. Energian menetykset	4
4. Yhdistelmä rakennetuista voimaloista	10
5. Rakentamattomat kosket	12

Tässä liitteessä on tarkasteltu Päijänteestä tapahtuvan vedenoton vaikutusta Kymijoen vesivoimaan. Vaikka tarkastelu on laitoskohtainen, ei sillä ole pyritty osoittamaan korvausten jakaantumista laitosten kesken, vaan saamaan kuva korvausten kokonaismäärästä. Selvitys perustuu voimaloista annettuihin lupapäätöksiin. Kymijoen vesistön alajuoksulla Päijänteestä Suomenlahteen olevat voimalat on esitetty kuvassa 1.

1. Vesistön säännöstelystä

Päijänteestä vesihuoltotarkoituksiin johdettavana vesimääränä on käytetty $0 - 10 \text{ m}^3/\text{s}$. Kyseinen vesimäärä on $0 - 5 \%$ Päijänteestä keskimäärin purkautuvasta vesimäärästä (Kalkkinen MQ 1931 - 60 = $208 \text{ m}^3/\text{s}$). Kymijoen vesistöalueen ala on $37\,209 \text{ km}^2$ (Hydrologinen toimisto), josta järviä $19,1 \%$. Vesistöalueen ala Kalkkisten koskien kohdalla, joiden kautta Päijänteen vedet purkautuvat, on $26\,480 \text{ km}^2$ (järviä $19,5 \%$). Päijänteen alapuolisen vesistön osan suuruus on siten noin neljäsosa koko Kymijoen vesistöalueen alasta.

Vesistöalueen järvistä säännöstellään Päijännettä, Konnivettä ja Ruotsalaista, Saarijärven reitin Pyhäjärveä sekä Mäntyharjun reitin Puulavettä. Vireillä ovat Päijänteen latvajärvien säännöstelyhankkeet.

Päijänteen säännöstely on ns. tavoitekorkeussäännöstely. Vuosi on jaettu viiteen ajanjaksoon, joiden kunkin lopussa on määrätty tietyt vedenpinnan tavoitekorkeudet. Tavoitekorkeus on riippuvainen vedenpinnan korkeudesta ajanjakson alussa sekä alkavan tai kuluvan ajanjakson ja sitä seuraavan jakson vetisyydestä. Päijänteen säännöstelystä on vesistötoimikunta antanut päätöksen 2.2.1953, jonka korkein hallinto-oikeus on vahvistanut 25.1.1954.

Päijänteen säännöstelyn tuottaman voimataloudellisen hyödyn lisäämiseksi säännöstellään myös Konnivettä ja Ruotsalaisenjärveä. Säännöstely on suoritettava siten, ettei se millään lailla vaikeuta Päijänteen säännöstelyä. Vesistötoimikunnan 20.3.1962 antamassa päätöksessä määrätään Konniveden vedenkorkeuden ylä- ja alaraja sekä Ruotsalaisenjärven vedenkorkeuden yläaraja. Luonteenomaista säännöstelylle on kevättalvella tapahtuva Konniveden ylärajan lasku, jolloin vesimäärät lisääntyvät noin $20 \text{ m}^3/\text{s}$ luonnollisiin arvoihin verrattuina.

Pyhäjärven vedenpinnan korkeus pidetään nykyisin keskimäärin luonnontilaisena Voikankosken voimalan padolla. Vireillä on kuitenkin hanke, jonka mukaan uittoa varten vedenpinta pidettäisiin avovesikaudella tason NN + 64,90 yläpuolella.

2. Nykyiset virtaamat

Virtaama-arviot joen eri osilla perustuvat pääasiassa Päijänteen sekä Konniveden ja Ruotsalaisenjärven säännöstelysuunnitelmiin. Päijänteen säännöstellyt vesimäärät on suunnitelmassa laskettu vv. 1911 - 34. Näitä arvoja on pidetty virtaama-arvioiden lähtökohtana. Virtaaman lisäykset joen alajuoksulla on arvioitu Päijänteen säännöstelysuunnitelmassa esitettyjen luonnollisten kuukausikeskivirtaamien muutosten perusteella. Lisäksi on otettu huomioon Konniveden kevätalennuksen aiheuttama muutos. Keskimääräiset virtaama-arvot (m^3/s) joen eri (voimaloiden) kohdilla ovat tällöin:

	Kausi				
	1.1.- 15.4.	1.4.- 30.6.	1.7.- 31.8.	1.9.- 31.10.	1.11.- 31.12.
Vuolankoski	295	207	235	232	245
Mankala	271	219	244	242	258
Voikka	316	266	282	276	301
Kuusankoski	331	300	306	293	315
Keltti	"	"	"	"	"
Pernoon haaran yläpuoli	335	305	311	296	319
Itäinen haara	168	150	154	145	159
Läntinen haara	167	155	157	151	160
Korkeakoski	95	95	95	95	95
Koivukoski	73	55	59	50	64
Loosarinkoski	74	69	70	67	71
Ahvenkoski	125	117	118	114	120
Stockfors	46	42	43	41	44

Uudelleenjärjestely

Ahvenkoski	166	154	156	150	159
Stockfors	5	5	5	5	5

3. Energian menetykset voimaloittain

Vuolenkoski

H = 3,5 m (= putouskorkeus)
Q_P = 370 m³/s (= rakennusvirtaama)

Voimala toteuttaa Konniveden ja Ruotsalaisenjärven säännöstelyä (Vesistötoimikunta 20. 3. 1962). Rakennusvirtaaman arvon ollessa $370 \text{ m}^3/\text{s}$ voimala pystyy käyttämään hyväkseen säännösteltyt virtaamat aivan harvinaisia huippuarvoja lukuunottamatta. Vedenotto vaikuttaa siten energian vähenemiseen kokonaisuudessaan, mutta vain virtaamia pienentämällä.

E_1 = energian menetys (kWh/v) virtaamalla 1 m³/s.
 E_{10} = " " " " " " " 10 m³/s.
 E_1 = 8,3 x 3,5 x 24 x 365 x Q = 254 898 kWh/v

Ympäri vuotisen yhtämittaisen käytön mukaan:

$$E_{10} = 2,55 \text{ M kWh/v}$$

Mankalankoski

$$Q_R = 370 \text{ m}^3/\text{s}$$

Voimalalla on oikeus padota vettä väliaikaisen luvan perusteella korkeudelle NN + 74,00. (Vesistötoimikunta 20.6.1949). Katselmustoimitus on parhaillaan vireillä.

Voimala ei voi ylittää Arrajärven luonnollisia vedenkorkeuksia (ast. N:o 70) ja sen on juoksutettava yhteensä päivittäin joen luonnonmukainen vesimäärä, joka toistaiseksi määrätään hydrologisen toimiston laatimien purkautumiskäyrien ja -taulukoiden avulla. Voimalan pyrkimyksenä on pitää vedenpinta asteikolla 70 tasossa NN + 74,00. Tällöin vedenotto aiheuttaa kehitetyn energiamäärän pienenemistä vain virtaama-arvoja pienentämällä.

$$E_1 = 588\,935 \text{ kWh/v}$$

$$E_{10} = 5,89 \text{ M kWh/v}$$

Voikankoski

$$\begin{aligned} H &= 8,6 \text{ m} \\ Q_R &= 400 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Vesistötoimikunnan päätöksessä 28.2.1961 juoksutus- ja padotusmuutoksesta mainitaan mm. että hakija on velvollinen huolehtimaan siitä, että Pyhäjärven vedenkorkeuksien vuorokausikeskiarvot säilyvät luonnonvaraisina. Voimala on velvollinen juoksuttamaan vettä mahdollisimman tasaisesti hydrologisen toimiston laatiman purkautumistaulukko 67:n edellyttämällä tavalla. Keskimääräisillä virtaamilla on tällöin vedenpinnan alentuminen Voikankosken padolla n. $0,3 \text{ cm/l m}^3/\text{s}$. Vireillä olevan Pyhäjärven kesäaikaisen padotuksen mukaan olisi taitekohta virtaaman n. $230 \text{ m}^3/\text{s}$ kohdalla. Tätä arvoa pienemmillä virtaamilla virtaaman pieneneminen jopa nostaisi padotuskorkeuden arvoa luonnollisesta arvosta, kun taas sitä suuremmilla arvoilla padotus pienenesi siten, kuin edellä on esitetty.

$$\begin{aligned} E_1 &= 625\,399 \text{ kWh/v} \\ E_{10} &= 6,25 \text{ M kWh/v} \end{aligned}$$

Kuusankoski

$$\begin{aligned} H &= 9,5 \text{ m} \\ Q_R &= 420 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Vesistötoimikunta on 21.8.1943 antanut voimalan uudelleenrakentamisluvan, jota päätöstä se on osittain muuttanut 9.5.1953. Kuusankosken padolla saadaan nostaa vedenpinta korkeuteen NN + 55,50. Tätä vedenkorkeutta ei ole lupa ylittää millään vesimäärällä. Vedenotto vaikuttaa siten koko määrällään kehitetyn energian määrään vain virtaamia pienentämällä.

$$\begin{aligned} E_1 &= 690\,726 \text{ kWh/v} \\ E_{10} &= 6,91 \text{ M kWh/v} \end{aligned}$$

Keltinkoski

$$\begin{aligned} H &= 6,1 \text{ m} \\ Q_R &= 360 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Vesistötoimikunnan päätöksen 5.10.1939 mukaan vedenpinta Keltinkosken yläpuolella olevan vesiasteikon N:o 95 kohdalla saadaan pitää korkeudessa NN + 46,50 m, silloin kun vesimäärä Keltinkoskessa on 668 m³/s tai sitä pienempi. Voimalan käyttövirtaaman alueella ei vedenotto aiheuta putouskorkeuden pienenemistä.

$$\begin{aligned} E_1 &= 443\,519 \text{ kWh/v} \\ E_{10} &= 4,44 \text{ M kWh/v} \end{aligned}$$

Myllykoski

$$\begin{aligned} H &= 7 \text{ m} \\ Q_R &= 360 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Voimalan rakennuslupa on annettu Viipurin läänin maaherran päätöksillä 21.12.1927 ja 4.5.1937. Niissä mm. myönnetään oikeus keski- ja matalaveden aikana pitää vedenpinta Myllykosken niskalla korkeudessa NN + 39,05 m. Vesimäärän kasvaessa saadaan vedenpinta nostaa ehdolla, että lupapäätöksessä mainittu suhde vedenkorkeuksilla on olemassa.

Vuonna 1926 piirretyn purkautumiskäyrän perusteella vastaa korkeutta NN + 39,05 m virtaama 389 m³/s, joka on huomattavasti keskivirtaamaa suurempi (MQ = 290...305 m³/s). Em. suuruinen virtaama on säännöstelyn aikana hyvin harvinainen, joten vedenotto ei aiheuta padotuskorkeuden alenemista.

$$\begin{aligned} E_1 &= 508\,956 \text{ kWh/v} \\ E_{10} &= 5,09 \text{ M kWh/v} \end{aligned}$$

Anjalankoski

$$\begin{aligned} H &= 11,1 \text{ m} \\ Q_R &= 177 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Voimalan omistaja Oy Tampella omistaa kosken vesivoimasta vain 46,52 %. Uudenmaan läänin maaherra on 13.4.1922 antanut rakennusluvan ja 8.5.1936 uudistanut sen silloiselle valtion osuudelle 53,48 %, jota rakennusoikeutta ei tältä osin vielä kukaan ole käytetty. Lupapäätöksessä mainitaan mm., että luonnolliset vedenpinnan vaihtelut Puolakosken yläpuolisessa suvanossa jäävät entiselleen, kuitenkin sillä rajoituksella, että matalave-

den pintaa ei tarvitse laskea NN + 31,0 m alemmaksi. Päijänteen säännöstelysuunnitelmassa esitettyjen tietojen mukaan laskisi luonnollinen ylävedenpinta keskivirtaamien (n. 300 m³/s) aikana 0,6 cm/1 m³/s.

Jos otaksutaan koski kokonaan rakennetuksi saadaan:

$$\begin{aligned} E_1 &= 807\,060 \text{ kWh/v} \\ E_{10} &= 8,07 \text{ M kWh/v} \end{aligned}$$

Loosarinkoski (Klåsarö, Kloosarinkoski)

$$\begin{aligned} H &= 3,2 \text{ m} \\ Q_R &= 70 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Voimala on saanut rakennusluvan 30.4.1906. Kymijoen perkauslupapäätöksessä 4.2.1930 määrätään suurimmaksi padotuskorkeudeksi 14,46 m. Kosken kautta purkautuvaan vesimäärään vaikuttaa virtaamien jakautuminen Pernoon haarassa (Korkein Hallinto-oikeus 7.2.1939) sekä virtaaman jakautuminen Loosarinkosken ja Paaskosken kesken. Keskivesimäärien aikana purkautuu Loosarinkosken kautta n. 44 % Kymijoen läntisen haaran virtaamasta (n. 21,9 % Kymijoen virtaamasta Pernoon haarautumiskohdassa). Virtaamien jakamiseksi em. luonnonmukaisessa suhteessa on Paaskoskeen rakennettu järjestelypato.

Rakennusvirtaaman ollessa vain vähän luonnollista keskivirtaamaa suurempi on tutkittu erikseen säännöstelyaikainen virtaama ilman vedenottoa ja vedenoton aikana.

Kausi	Säännöstelyn aik. virtaama	Virtaama	
		10 m ³ /s vedenoton aikana	5 m ³ /s vedenoton aikana
1.1-15.4	74 m ³	72	73
16.4-30.6	69	67	68
1.7-31.8	70	68	69
1.9-31.10	67	65	66
1.11-31.12	71	69	70

$$\begin{aligned} E_{10} &= 0,33 \text{ M kWh/v} \\ E_5 &= 0,13 \text{ M kWh/v} \end{aligned}$$

Ahvenkoski

$$H = 11,5 \text{ m}$$

$$Q_R = 250 \text{ m}^3/\text{s}$$

Viipurin läänin maaherran päätöksen 1.12.1930 mukaan saa voimala säätää vedenpintaa niin, ettei se loka - maaliskuun välisenä aikana nouse tason NN + 11,475 m yläpuolelle ja ettei vedenpinta huhtikuu - syyskuu välisenä aikana nouse korkeuden NN + 11,275 m yläpuolelle ja ettei vedenpinta koskaan laske tason NN + 10,775 m alapuolelle. Samoin on voimalalla oikeus jakaa Tammijärvestä purkautuva vesimäärä niin, että siitä 73,3 % juoksee Ahvenkosken haarasta ja 26,7 % Pyhtään haarasta, kunnes Pyhtään haarasta alasjuokseva vesimäärä nousee määrään $58 \text{ m}^3/\text{s}$. Suurempaa vesimäärää ei tästä haarasta tarvitse johtaa alas. Parhailaan on vireillä hanke, jonka tarkoituksena on johtaa pääosa vesistä Ahvenkosken kautta. Pyhtäänhaaraan on ehdotettu tasaista virtaamaa $5 - 6 \text{ m}^3/\text{s}$. Vedenoton vaikutukset on arvioitu myös anotun järjestelyn toteuttamisen jälkeen.

Kausi	Virtaamat nykyisin		Virtaamat uuden järjestelyn aikana	
	Ahvenkoski	Stockfors	Ahvenkoski	Stockfors
1.1 - 15.4	$125 \text{ m}^3/\text{s}$	$46 \text{ m}^3/\text{s}$	$166 \text{ m}^3/\text{s}$	$5 \text{ m}^3/\text{s}$
14.4 - 30.6	117	42	154	5
1.7 - 31.8	118	43	156	5
1.9 - 31.10	114	41	150	5
1.11 - 31.12	120	44	159	5

Nykyisen järjestelyn aikana virtaaman pieneneminen aiheuttaa Ahvenkosken voimalalle energiatappion:

$$E_1 = 304\,355 \text{ kWh/v}$$

$$E_{10} = 3,04 \text{ M kWh/v}$$

Uuden järjestelyn toteuduttua on energiamenetyks:

$$E_1 = 415\,000 \text{ kWh/v}$$

$$E_{10} = 4,15 \text{ M kWh/v}$$

Stockfors

$$\begin{aligned} H &= 8,9 \text{ m} \\ Q_R &= 20 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Rakentamislupa on vahvistettu 20.4.1908. Ahvenkosken yhteydessä esitetyt virtaamia koskevat luvat ja uuden luvan anominen koskevat myös Stockforsin voimalaa. Rakennusvirtaaman ollessa nykyään vain $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ei vedenotosta aiheudu menetyksiä. Uuden järjestelyn toteuttamisen jälkeenkään ei suunniteltu vedenotto aiheuta tuotetun vesivoiman vähenemistä.

Korkeakoski

$$\begin{aligned} H &= 13 \text{ m} \\ Q_R &= 95 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Voimalan rakentamisluvat (uudistamis- ja muutostyöt) ovat vuosilta 1901, 1927 ja 1945. Vedenjuokсутusta ja padotusta käsitellään myönnettyissä luvissa, joista uusimmat ovat Vesistötoimikunnan väliaikaiset luvat 10.1.1952, 28.7.1954 ja 10.6.1940. Päätökset sisältävät mm. seuraavia määräyksiä: Kun Korkeakosken haaran vesimäärä 1.5.-31.8. välisenä aikana on $< 95 \text{ m}^3/\text{s}$, saadaan Koivukosken haarasta, kun vesimäärä siinä on $> 40 \text{ m}^3/\text{s}$, johtaa vettä Korkeakosken haaraan siten, että Korkeakoskella vesimäärä on $\geq 95 \text{ m}^3/\text{s}$. Koivukosken haarasta voidaan siirtää vettä 1.9.-30.4, kun Korkeakosken virtaama on $< 95 \text{ m}^3/\text{s}$, ei kuitenkaan enempää kuin, että Koivukosken haarassa virtaa $\geq 10 \text{ m}^3/\text{s}$. Voimalalla on oikeus pitää vedenkorkeus Parikan asteikolla (N:o 106) korkeudella NN + 13,50 ja Korkeakosken yläpuolella siinä korkeudessa kuin em. korkeus Parikan asteikolla sallii.

Vedenotto ei näin ollen pienennä putouskorkeutta pikemminkin päinvastoin. Energiatappiota aiheutuu siten vain virtaaman vähenemisestä. Virtaamien jakamisesta johtuen ei käytetyillä keskimääräisillä virtaama-arvoilla tule energiataappiota Korkeakosken voimalalla.

Koivukoski

$$\begin{aligned} H &= 4,5 \text{ m} \\ Q_R &= 40 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Rakennusluvan on antanut Viipurin läänin maaherra 14.6.1933. Korkeakosken väliaikaiset luvat vesistötoimikunnalta koskevat myös Koivukosken voimalaa. Käytetyillä keskimääräisillä virtaama-arvoilla ei virtaamavähennyt $10 \text{ m}^3/\text{s}$ aiheuta energiamenetyksiä.

4. Yhdistelmä rakennetuista voimaloista

Pernoon haaran yläpuolelle rakennetuista voimaloista voivat kaikki muut paitsi Anjalankosken voimala käyttää hyväkseen säännöstelynaikaiset virtaamat aivan harvinaisia huippuvirtaamia lukuunottamatta.

Pernoon haaran alapuolisista koskista vain Ahvenkosken voimalalla on suuri rakennusvirtaama. Täten suurimpien virtaamien aikana eivät voimalat pysty käyttämään koko virtaamaa hyväkseen. Lisäksi on vedenjakautuminen Pernoon haarassa sellainen, että suurilla virtaama-arvoilla menee itäisen eli Pernoon haaran kautta suhteellisesti suurempi määrä kuin pienten virtaamien (< 300) aikana. Tämäkin vähentää virtaamien hyväksikäyttöä, koska itäisen haaran voimaloilla on pienet rakennusvirtaamat ($\leq Q_R = 135 \text{ m}^3/\text{s}$).

Itäisen haaran voimalat (Korkeakoski ja Koivukoski) pystyvät käyttämään vain virtaaman $135 \text{ m}^3/\text{s}$, joka vastaa arvoa 289 m^3 Pernoon haarautumiskohdassa. (vastaa Päijänteestä purkautuvaa virtaamaa n. $200 \text{ m}^3/\text{s}$).

Läntisessä suuhaarassa menee nykyisissä olosuhteissa Stockforsin voimalan ohi $26,7 \% 75 \text{ m}^3/\text{s}$ ylittävästä virtaamasta (määrätään $217 \text{ m}^3/\text{s}$ asti), kun asia arvioidaan Ahvenkosken lupapäätöksessä esitetyn virtaaman jakamisoikeuden mukaan. Vireillä oleva uusi virtaamien jakamisjärjestely muuttaa hyväksytyksi tultuaan tilanteen siten, että voimalat voivat käyttää hyväksi kaikki virtaamat, silloin kun virtaama Pernoon haarautumispai-
kassa on yhtä suuri tai pienempi kuin $320 \text{ m}^3/\text{s}$, mikä vastaa Päijänteestä purkautuvaa virtaamaa $230 \text{ m}^3/\text{s}$. Mainitut arvot vastaavat keskivirtaama-arvoja, joten Loosarinkoskelle aiheutuu vedenotosta energiamenetystä keski- ja sitä pienempien virtaamien aikana.

Anjalankosken rakennetun osan rakennusvirtaama on $177 \text{ m}^3/\text{s}$. Se vastaa Päijänteestä purkautuvaa määrää $130 \text{ m}^3/\text{s}$. Alivirtaamaksi ko. paikalla on arvioitu Päijänteeseen säännöstelysuunnitelmassa luonnontilassa $NQ = 111 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $MNQ = 192 \text{ m}^3/\text{s}$. Päijänteeseen säännöstelyn aikana olisi vastaava $NQ =$

146 m³/s (vv. 1911 - 34). Täten aiheutuisi vedenotosta nykyiselle voimalalle energiamenetyksiä vain poikkeustapauksissa, erittäin vähävetisenä vuotena, mikäli rakentamattoman koskiosuuden vesivoima olisi edelleen käytettävissä.

Edelläolevan mukaan ovat energiamenetykset keskimääräisten virtaamien aikana seuraavat:

	H (m)	Energiatappio, kun vedenotto on		
		1 m ³ /s	5 m ³ /s	10 m ³ /s
		E ₁ (kWh/v)	E ₅ (MkWh/v)	E ₁₀ (MkWh/v)
Vuolenkoski	3,5	254 900	1,27	2,55
Mankalankoski	8,1	588 900	2,94	5,89
Voikankoski	8,6	625 400	3,13	6,25
Kuusankoski	9,5	690 700	3,45	6,91
Keltinkoski	6,1	443 500	2,22	4,44
Myllykoski	7,0	509 000	2,55	5,09
Anjalankoski	11,1	-	-	-
(-"- kok.rak.)		(807 100)	(4,04)	(8,07)
Loosarinkoski	3,2		0,13	0,33
Ahvenkoski	11,5	304 400	1,52	3,04
-"- uusi				
järjestely		415 000	2,08	4,15
Stockfors	8,9	-	-	-
-"- uusi				
järjestely		-	-	-
Korkeakoski	13,0	-	-	-
Koivukoski	4,5	-	-	-
Rakennetut voimalat yhteensä			17,22	34,50
Uudelleen järjestelyn jälkeen yhteensä			17,78	35,64
			(21,82)	(43,71)

Jos lasketaan koko virtaaman vähennyksen (10 m³/s) aiheuttavan tappiota olisi energiamenetyks E₁₀ = 46,0 MkWh/v. Kun otaksutaan korvaus suoritettavaksi menetetyn tilalle tuotettavalla energialla, ovat tästä johtuvat kustannukset noin 4 p/kWh. Keskimääräinen vuotuinen korvaus on vedenotosta 10 m³/s, rakennettujen voimaloiden osalta 1 380 000 mk/v (0,44 p/m³) ja uudelleen järjestelyn jälkeen 1 426 000 mk/v (0,45 p/m³). Mikäli voimalat pystyisivät käyttämään hyväkseen kaikki virtaamat, olisi vastaava korvaus 1 840 000 mk/v (0,58 p/m³).

Korvaukset on edellä laskettu keskimääräisillä virtaama-arvoilla, jolloin muutamille voimaloille ei ole tullut lainkaan tappiota vedenotos-

ta ($10 \text{ m}^3/\text{s}$). Normaaliala vähävetisempinä vuosina tulee myös näille energian menetyksiä virtaamien laskiessa yhdistelmässä esitettyjen rajavirtaamien alapuolelle. Menetysten määrä lähenee vähävetisinä vuosina $10 \text{ m}^3/\text{s}$ vedenotolla arvoa n. $46,0 \text{ MkWh/v.}$ ($0,58 \text{ p/m}^3$)

Kymijoen rakennettujen vesivoimaloiden nykyisin tuottama energia on n. 1098 MkWh/v. , josta vedenoton ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) aiheuttama menetys olisi n. $3,1...4,2 \%$. Suurin mahdollinen vuosittain tuotettava energiamäärä olisi n. 1300 MkWh/v voimaloiden toimiessa yhtämittaisesti täydellä teholla koko vuoden. Suurin energiamenetys tästä arvosta olisi vastaavassa tapauksessa n. $3,5 \%$.

Virtaaman pienenemisen aiheuttamaa padotuskorkeuden pienenemistä muutamilla voimaloilla ei ole otettu huomioon korvausta laskettaessa. Tämä johtuu siitä, että ko. määrät ovat melko pieniä ja lisäksi siitä ettei ole voitu arvioida samanaikaisesti tapahtuvaa alavedenpinnan alenemista eikä ylävedenpinnan nousua muillakaan voimaloilla, jotka osittain korvaavat padotuskorkeuden pienenemisen vaikutuksen.

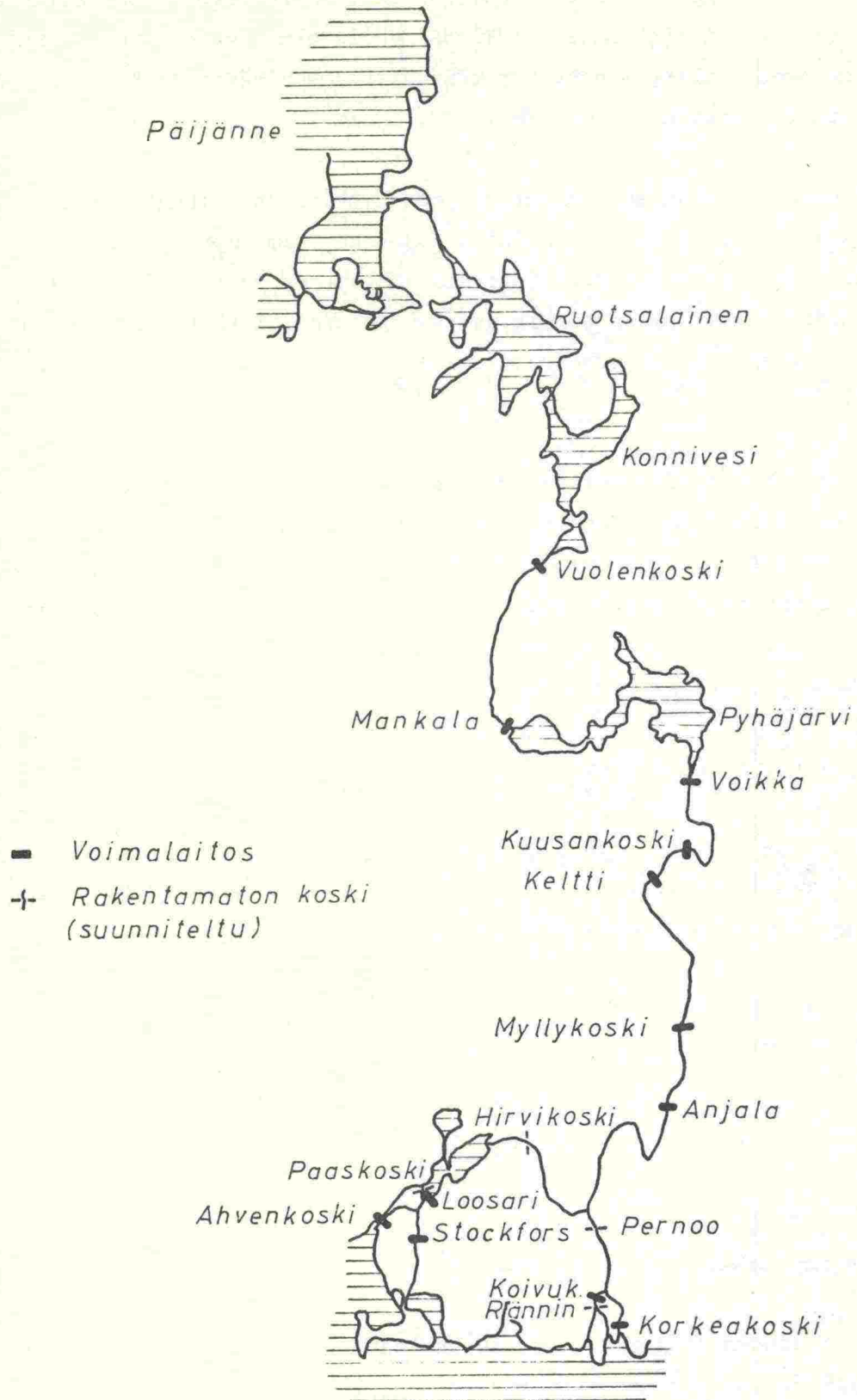
5. Rakentamattomat kosket

Kuvassa 1 on esitetty myös rakentamattomat, rakennuskelpoisiksi katsotut kosket. Koskia, joihin voimaloita on suunniteltu, on pidetty rakennuskelpoisina. Rakentamattomien koskien tehonalennukset on laskettu seuraaviksi:

Anjalankoski	$0,5348 \times 8,3 \times 11,1 = 49 \text{ kW/m}^3/\text{s}$	
(rakentamaton osa)		
Pernoonskoski	x) $0,5 \times 8,3 \times 8,8$	= 28 --
Hirvikoski	x) $0,5 \times 8,3 \times 5,3$	= 22 --
Paaskoski	x) $0,3 \times 8,3 \times 3,4$	= 8,5 --
Ränninkoski	x) $0,4 \times 8,3 \times 8,0$	= 26,5 --
yhteensä	$134,0 \text{ kW/m}^3/\text{s}$	

x) veden jakautuminen keskivirtaamien aikana.

Mikäli rakentamattomat kosket rakennetaan, voidaan kW:n arvoksi laskea 80 mk/kW ja jos otetaan huomioon korvaus $1,5$ kertaisena, saadaan korvattavaksi määräksi $16\,080 \text{ mk/m}^3/\text{s}$. Virtaamavähennyksellä $10 \text{ m}^3/\text{s}$ olisi korvaus tällöin $160\,800 \text{ mk}$.



G/Kuva 1. Kymijoen rakennetut ja rakentamattomat kosket

	Sivu
Liite H. Vedenhintalaskelmia	
1. Vedensiirtojärjestelmä	2
2. Vedentarve	2
3. Laskentaperusteet	2
4. Tulosten tarkastelua	5

Vedenhintalaskelmia

1. Vedensiirtojärjestelmä

Vedensiirtojärjestelmän toteuttamisvaiheet ja rakentamisen aikataulu on esitetty kuvassa 1. Ensimmäisenä vaiheena vv. 1971 - 75 rakennetaan pumppuamo Vääksyn välille Päijänne - Vesijärvi, pumppuamo ja tunneli Vesijärvestä Puujokeen Pääjärven alapuolelle sekä tunneli välille Hausjärvi - Silvola. Toisena vaiheena toteutetaan tunneliosan rakentaminen Hausjärveltä Puujokeen ja Vesijärvestä Päijänteeseen. Kolmantena toteuttamisvaiheena rakennetaan tunnelijärjestelmän rinnalle avouomia käyttävä vedensiirron varajärjestelmä (Liite F), joka tässä tarkastelussa on oletettu valtion toteutettavaksi. Ehdotetun Brändån tekojärven kustannuksia ei ole huomioitu, koska sen rakentaminen tullee ajankohtaiseksi vasta 2 - 3 vuotta ennen mitoituskauden päätteenä pidettyä vuotta 2000 sekä liittyy oleellisesti samana ajankohtana mahdollisesti tehtäviin muihin järjestelyihin.

2. Vedentarve

Vedentarve-ennusteena on käytetty liitteessä D esitettyä ennustetta. Siirrettävän veden määrä riippuu vedentarpeen lisäksi myös käytössä olevien paikallisten vesivarojen määrästä. Laskelmissa on oletettu paikallisten vesivarojen käyttö kuvassa 1 esitetyn suuruiseksi:

Espoon ja Kirkkonummen pintavesivarat	0,40 m ³ /s
Helsingin maalaiskunnan pohjavesivarat	0,20 "
alueen muut pohjavesivarat	0,60 "

Näiden käyttö on arvioitu täysimääräiseksi vuoteen 1980 asti, jonka jälkeen käytössä olevat paikalliset vesivarat on arvioitu 1 m³/s suuruisiksi.

3. Laskentaperusteet

Vesi on oletettu kokonaisuudessaan tuotavaksi Silvolaan maanpinnan tasalle (n. NN + 20 m).

Tarvittavaksi vesimääräksi on otettu kuvassa 1 katkoviivalla esitetty en-
nusteiden keskiarvo. Virtaamatappioita on oletettu syntyvän 20 % avouomia
vedensiirtoreitteinä ja avovesistöjä varastoina käytettäessä.

Vedenhintaan vaikuttavista tekijöistä on otettu huomioon pääomakustannus
kuoletuslainapoistona laskettuna, pumppauskustannukset, voimataloudelle
maksettavat korvaukset sekä rakenteiden ja laitteiden hoito ja kunnossa-
pitokustannukset. Kustannuksiin ei ole sisällytetty käyttöorganisation
palkkaus- ym. menoja.

Vedenhintaan vaikuttaviin tekijöihin ei ole huomioitu avouomajärjestel-
mien aiheuttamia rakennuskustannuksia, koska ne on oletettu valtion toi-
mesta rakennettaviksi. Niiltä osin, kun näitä joudutaan eri toteuttamis-
vaiheissa käyttämään, on tietenkin huomioitu käyttökustannukset.

Pääoma sekä hoito- ja kunnossapitokustannukset on laskettu seuraavin
edellytyksin:

Korkokanta 6 ja 7,5 %

Kuoletusajat:

hoito- ja kunnossapitokustannukset % rakennuskus-
tannuksista

- tunnelit	50 v	0
- rakenteet	40 v	1.0
- putkijohdot	40 v	0.3
- avouomat	30 v	1.5
- koneet	20 v	1.5

Rakennusaikaisen pääoman korko on otettu huomioon lisäämällä vuosittain
käytettyyn pääomaan korko 6 tai 7,5 %. Pääoman tarve on otaksuttu tasai-
seksi koko rakennusajan (Kuva 2).

Vedensiirtotunneleitten teoreettiseksi poikkileikkausalaaksi on otaksuttu
10 m².

Rakennuskustannukset

korkokanta 6 %

7.5 %

I	Toteuttamisvaihe (vv. 1971 - 75)		
	Tunneli Hausjärvi - Silvola	54 000 000 mk	
	Rakenteet	1 000 000 "	
	Tunneli Vesijärvi - Puujoki	10 800 000 "	
	Yhteensä	65 800 000 mk	65 800 000 mk
	Rakennusaikainen korko (4 vuotta)	8 320 000 "	10 500 000 "
I	toteuttamisvaiheen vuotuinen pääomakustannus	4 725 000 mk/v	5 900 000 mk/v
II	Toteuttamisvaihe (vv. 1975 - 78)		
	Tunneli Hausjärvi - Puujoki	23 400 000 mk	
	Tunneli Vesijärvi - Päijänne	19 800 000 "	
	Rakenteet	1 000 000 "	
	Yhteensä	44 200 000 mk	44 200 000 mk
	Rakennusaikainen korko (3 vuotta)	4 100 000 "	5 200 000 "
II	toteuttamisvaiheen vuotuinen pääomakustannus	3 085 000 mk/v	3 825 000 mk/v

Pumppuamiskustannukset:

- pumppujen hyötysuhde	0.80
- energian hinta	0.05 mk/kWh

H = nostokorkeus (m)
Q = vesimäärä (m³)

$$\text{- energia } E = \frac{Q \times H}{0.8 \times 367} \quad (\text{kWh})$$

Nostokorkeuden arvoina on käytetty Päijänteestä Vesijärveen 3.8 m, Vesijärvestä Puujokeen 18.5 m. Tunnelissa syntyvät painehäviöt on laskettu kaavalla $h = L \times \left(\frac{n \times Q}{A \times R^{2/3}} \right)^2$ sekä $A = \text{poikkileikkausala} = 10 \text{ m}^2$, $n = 0.028$, $L = \text{pituus (m)}$, $Q = \text{virtaama (m}^3/\text{s)}$ ja $R = \text{hydraulinen säde}$.

Voimataloudelle maksettavat korvaukset on oletettu suoritettavan tilalle tuotetulla energialla, jolloin kustannuksiksi on otettu 0.04 mk/kWh. Kustannukset on laskettu keskimääräisten vesisuhteiden aikaisilla arvoilla eli 0.50 p/m³.

4. Tulosten tarkastelua

Laskelmien tulokset on esitetty taulukossa 1 ja piirroksessa 2. Niissä on esitetty investoinnit, vuotuiset pääoma-, kunnossapito- ja pumppuamiskustannukset sekä voimatalouskorvaukset sekä laskettu vuotuisten kustannusten avulla raakavedenhankinnasta johtuva kustannus käytettyä vesi- m^3 sekä alueen omien käytössä olevien vesivarojen lisäksi siirrettyä- m^3 kohti ja-
kamalla vuotuinen kustannus vuotuisella vesimäärällä. Raakavedenhankinnan aiheuttama kustannuslisä veden hintaan em. edellytyksillä olisi täten 3.5 - 6.1 p/ m^3 käytettyä vesi- m^3 kohti tai 4.0 - 7.9 p/ m^3 siirrettyä- m^3 kohti.

Taulukko 1

Vedenhintalaskelma

v.	1975	1978	1980	1985	1990	1995	2000
Käytetty vesimäärä (milj. m^3/v)	150	171	186	232	277	325	373
Siirretty -"-	112	133	155	200	245	293	341
Vuotuiset kustannukset (1 000 mk/v)							
- pääoma 6 %	4 725	7 810	7 810	7 810	7 810	7 810	7 810
7,5 %	5 900	9 725	9 725	9 725	9 725	9 725	9 725
- kunnossapito ja hoito	40	50	50	50	50	50	50
- pumppuaminen	513				638	2 400	4 950
- voimatalouskorvaus	685	665	775	1 000	1 225	1 465	1 705
6 % yhteensä	5 963	8 525	8 635	8 860	9 723	11 725	14 515
7,5 % -"-	7 138	10 440	10 550	10 775	11 638	13 640	16 430
Kustannus vesi- m^3 :ä kohti (p/ m^3)							
- käytettyä vesi- m^3 :ä kohti 6 %	4.0	5.0	4.6	3.8	3.5	3.6	3.9
- " " " 7,5 %	4.7	6.1	5.7	4.7	4.2	4.2	4.4
- siirrettyä " " " 6 %	5.3	6.4	5.6	4.4	4.0	4.0	4.3
- " " " 7,5 %	6.3	7.9	6.8	5.4	4.7	4.7	4.8

Vuosien 1975 - 78 ja -80 kohdalla on esitetty tilanne ko. vuosina valmistuneiden toteuttamisvaiheiden vaikutukset mukaan lukien.

Pumppuamiskustannukset eivät ennen vuosisadan viimeisiä vuosia ole tuntuvia verrattuna pääomakustannuksiin. Pääoma- ja käyttökustannusten, joihin em. pumppuamiskustannukset kuuluvat, perusteella on vielä tutkittava tunnelin mitoitus yksityiskohtaisemmin pyrkimällä kokonaiskustannusten kanalta optimiratkaisuun mm. tunnelialan osalta. Tällöin saattaa pumppuamiskustannusten osuus v:n 1990 jälkeen tuntuvasti pienentyä. Mikäli myös avouomaosuudet rahoitettaisi vedenkäyttäjien toimesta tulisivat kustannukset nousemaan 0,2 - 0,8 p/ m^3 .

Tasainen vedenhinta

Edellisen tarkastelun lisäksi on laskettu veden myyntihintaan tarvittava lisäys, joka samansuuruisena pysyen pystyy kattamaan tiettyyn ajankohtaan mennessä kaikki ajanjakson aikaiset vedenhankinnasta johtuvat kustannukset.

Laskuperusteina on käytetty kohdassa 1.3 esitettyjä arvoja. Laskelmassa on päädytty alueella käytetyn vesimäärän mukaan laskettaessa v. 2000 saakka tasaiseen vedenhintaan (otettavaan lisäykseen) korkokannasta (6 - 7,5 %) riippuen $3.9 - 4.6 \text{ p/m}^3$ sekä siirrettävän vesimäärän mukaan laskettaessa $4.5 - 5.4 \text{ p/m}^3$. Tulos tarkoittaa, että vuodesta 1975 vuoteen 2000 saakka voidaan vedenhankinnasta aiheutuneet pääoma- ja käyttökustannukset (ei organisation) peittää vedestä perittävällä tasaisella $3.9 - 5.4 \text{ p/m}^3$ hinnalla. Pääomakustannukset on tällöin laskettu kuoletusaikojen perusteella, joten vuonna 2000 osa pääomasta jää vielä kuolettamatta.

Edellisen lisäksi on tehty laskelma, jossa koko pääoma kuoletettaisi v. 2000 mennessä. Tällöin päädytään käytetyn vesimäärän hintaan $4.6 - 5.6 \text{ p/m}^3$ tai siirrettävän vesimäärän hintaan $5.4 - 6.6 \text{ p/m}^3$. Mikäli vielä avoumatkin kustannettaisi vedenkäyttäjien toimesta nousisivat em. hinnat $0.4 - 0.5 \text{ p/m}^3$.

Laskelmat on suoritettu seuraavien kaavojen mukaan:

$$y \times \sum Q (1 + p)^t = V (1+p)^t \text{ jossa}$$

y = kustannus vesi- m^3 :ä kohti

Q = vuotuinen vedenkulutus

V = vedenhankinnan vuotuis-kustannus (pitokustannus)

t = tarkastelu-aika

p = korkoprosentti

\sum = summa, tarkoittaa vuotuisten osuuksien yhteenlaskemista

Vuotuis-kustannusten jakautuessa eri toteuttamisvaiheiden ja -ajankohtien mukaan, merkitään

V = ensimmäisen toteuttamisvaiheen vuotuinen pitokustannus

V₁ = toisen - " - - " - - " -

V₂ = kolmannen - " - - " - - " -

V₃

Lisäksi merkitään vastaavia toteuttamisajankohdan ja tarkastelun päättämisaikojen välisiä aikoja t_1 , t_2 ja t_3 sekä

P = vuotuinen pumppuamiskustannus

K = - " - voimatalouskorvaus

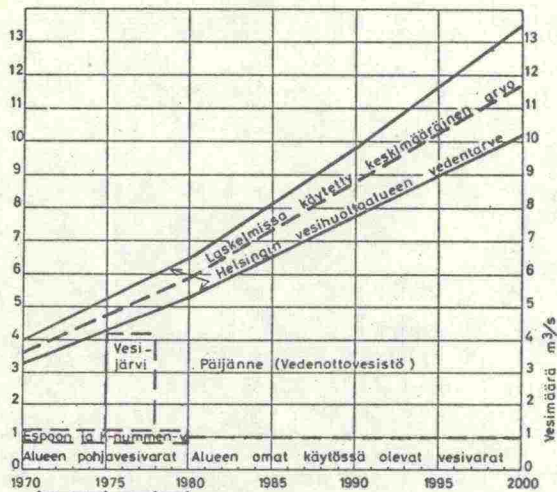
$a = 1 + p$

p = korkoprosentti

Tällöin päädytään seuraavaan kaavaan:

$$y = \frac{V_1 \frac{a^{t_1} - 1}{a - 1} + V_2 \frac{a^{t_2} - 1}{a - 1} + V_3 \frac{a^{t_3} - 1}{a - 1} + \sum P (1 + p)^t + \sum K (1 + p)^t}{Q (1 + p)^t}$$

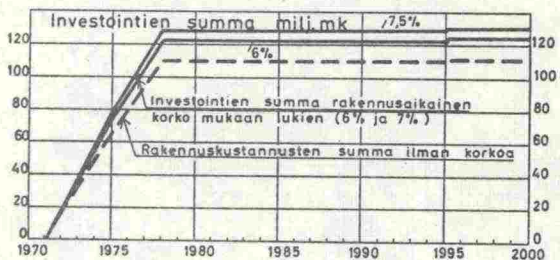
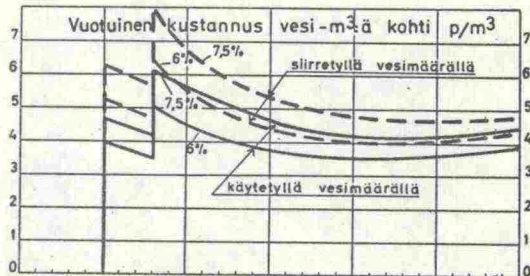
Kuvissa 3 ja 4 on esitetty vuotuiset pääomakustannukset em. tasaisten vedenhintojen tuottamista tuloista vv. 1975 - 2000 välittömien käyttömenojen (pumppuaminen, voimatalouskorvaus ja kunnossapito) vähentämisen jälkeen jäävinä tuloina, jotka siis ovat käytettävissä rakennuspääoman korkoihin ja kuoletukseen. Vertailun vuoksi on samoihin kuviin merkitty myös tasais-ten vuotuismaksujen suuruudet.



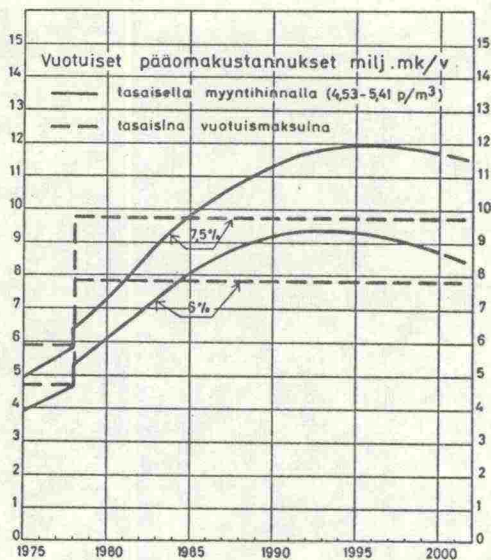
RAKENTAMISVAIHEET

- I Vaihe Tunneli Siivola - Hausjärvi
 Pumpputaama Päijänne - Vesijärvi
 Tunneli ja pumpputaama Vesijärvi - Puujoki
- II Vaihe Tunneli Vesijärvi - Päijänne
 Tunneli Hausjärvi - Puujoki
- III Vaihe Avouoma Puujoki - Vantaa
 Avouoma Vesijärvi - Päijärvi

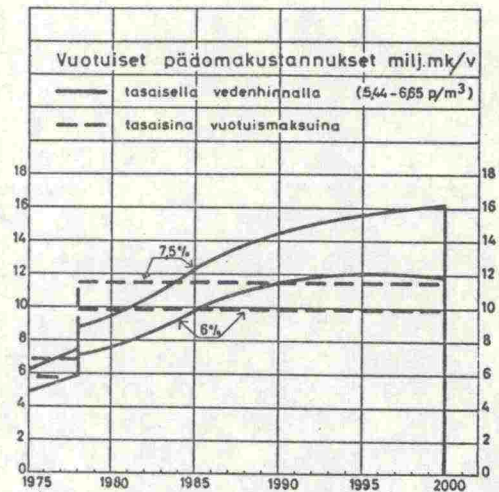
H/Kuva 1. Vedenkäyttöennuste ja rakentamisvaiheet



H/Kuva 2. Vedenhankinnan aiheuttamat kustannukset



H/Kuva 3. Pääomakustannus kuoletusaikojen mukaan aikana 1975 - 2000



H/Kuva 4. Pääoman kuoletus kokonaan v. 2000 mennessä

Liite I

Lyhennetty käännös E. C. Storm van 's Gravesansen raportista
Problems of Local and Regional Water Supply Systems (International Water Supply Association, Papers of the Fifth Congress, Berlin 1961).

Näkökohtia paikallisesta ja alueellisesta vesihuollosta

	Sivu
Luku I Johdanto	2
Luku II Paikallinen ja alueellinen vesihuolto, historiallisia näkökohtia	3
Luku III Näkökohtia vesihuollon organisaatiosta	5
Yleisiä näkökohtia	5
Vesilaitokselle asetettavat vaatimukset	6
Luku IV Kansallisten raporttien yhdistelmä	8
Itävalta	10
Belgia	12
Tanska	16
Suomi	17
Ranska	18
Saksan Liittotasavalta	23
Englanti	27
Iran	34
Israel	35
Japani	39
Alankomaat	41
Norja	43
Puola	44
Espanja	46
Ruotsi	48
Yhdysvallat	50
Neuvostoliitto	53
Luku V Kansallisten raporttien arvostelua	57

Luku I

Johdanto

Tässä raportissa ei ole paljoa kosketeltu vesihuollon organisaatiota niissä maailman maissa, missä näiden asioiden hoito on selvästi takapajulla.

Tässä raportissa käsitellään vesihuollon tarkoituksenmukaisen organisaation tai uudelleenjärjestelyn tärkeimpiä näkökohtia niissä maissa, missä tärkeimmillä alueilla jo on olemassa korkeat vaatimukset täyttävä vesihuolto.

Väestön nopea lisääntyminen, teollistuminen, kehitys kaupunkisuunnittelun alalla, saniteettilaitteiden lisääntyminen asunnoissa, maaseudun kehittyminen, varallisuuden lisääntyminen sekä lomailumuotojen kehittyminen jne. aiheuttavat juomaveden tarpeen nopeaa lisääntymistä.

Niiden kysymysten ohella, mitä historiallinen kehitys sinänsä aiheuttaa, on samalla kertaa esillä miltei aina kysymys sekä vanhojen laitosten uusimisesta että veden jakelun ulottamisesta alueille, joissa ei vielä ole ollenkaan tai vain riittämättömästi vettä. Tällaisia kysymyksiä ei yleensä voida käsitellä erillisinä. Ne liittyvät usein paitsi toisiinsa myöskin muihin kysymyksiin ja ongelmiin, mitä seuraa sisävesien käytöstä muihin tarkoituksiin (liikenne, vesivoima, kastelu jne.). Nämä kysymykset ovat harvoin paikallisia. Tavallisesti ne ovat alueellisia, koko valtiota koskevia ja joissain tapauksissa jopa kansainvälistä laatua.

Tärkeiden alueiden tulevaisuus saattaa riippua suurelta osaltaan niistä ratkaisuksista, mitä mainittuihin, toisiinsa liittyviin kysymyksiin on löydettävä. Eri tarpeita koskevien huolellisten ennusteiden ohella tarvitaan suunnittelussa avarakatseisuutta ja kaukonäköisyyttä, jotta edistettäisiin tarkoituksenmukaista aluesuunnittelua ja jotta toisaalta saataisiin riittävän joustava ja muuttuviin olosuhteisiin sopeutuva suunnitelma.

Vesihuollon organisaation tulee sopia loogisesti muihin suunnitelmiin, jotka tarjoavat edullisimmat edellytykset maan ja väestön kehitykselle.

Vesihuolto on kasvanut paikallisesta kysymyksestä valtakunnalliseksi ja

sen vuoksi vesihuollon organisaatio on ajankohtainen keskustelun aihe. Organisaattoristen kysymysten ratkaisu riippuu maantieteellisistä, hydrologisista, teknillisistä, taloudellisista, hallinnollisista ja poliittisista tekijöistä sekä väestön tiheydestä ja jakautumisesta. Tulevaisuuttakin koskevissa suunnitelmissa on historiallisella kehityksellä tärkeä osuus. Tämän raportin laatija on yrittänyt niin tarkoin kuin suinkin selostaa eri maissa vallitsevia käsityksiä vesihuollon organisatiosta ja niitä ratkaisuja, mitä on etsitty ja sovellettu, jotta vesihuollon korkeat vaatimukset tulisivat parhaalla mahdollisella tavalla täytetyiksi. Tämä on edellyttänyt yhteistyötä kansallisten raporttien laatijoiden kanssa.

Luku II

Paikallinen ja alueellinen vesihuolto

Paikallisen ja alueellisen vesihuollon historiallinen kehitys

Yleisesti ottaen oli vesilaitoksia 20 vuosisadan alkupuolelle saakka ainoastaan suurimmissa kaupungeissa. Silloin alettiin vaatia parannusta vesihuoltosuhteissa myös pienimmissä kaupungeissa, kylissä ja vähitellen koko maassa.

Kaupunkien ja maaseudun vastakohtaisuuden lisääntyminen, josta seuraa sosiaalisen elämän tasapainottomuutta, tarve parantaa koko väestön terveydellisiä olosuhteita, maaseutuväestön muuttuvat elintavat ja tottumukset, pyrkimys lisätä maatalouden tuottavuutta ja parantaa sen tuotteiden laatua ovat eräitä tekijöitä, jotka ovat edistäneet vesilaitosten yleistymistä koko maassa. Useimmissa maissa tämä kehitys yhä täydellisempään vesihuoltoon on vielä täydessä käynnissä. Vanhojen, suurten paikallisten vesilaitosten jälkeen vievät kehitystä eteenpäin uudet paikalliset sekä suuret ja pienet alueelliset vesilaitokset.

Alueelliset vesilaitokset ovat varsin monentyyppisiä. Tässä ei tarkoiteta juridista tai hallinnollista kirjavuutta, vaan eroja käytännöllis-organisatoorisessa mielessä. Vanhimmat muodot, joista tosin on uusiakin sovellutuksia, ovat niitä, joissa paikallinen vesilaitos tarjoaa apuaan kaupunkia välittömästi ympäröiville alueille taikka, mikäli vesi kunnalliseen laitokseen otetaan oman kunnan ulkopuolelta, kuntiin jotka ovat

vedenottamon taikka kaupunkiin johtavan vesijohdon läheisyydessä. Eräissä tapauksissa kaupungin vesilaitos toimittaa vettä tukkumyyntinä vaikutusalueellaan oleviin kuntiin tai niiden osiin ja ostajilla on riippumattomat jakelusysteeminsä. Toisinaan pienemmät kunnat antavat päävesilaitoksille toimiluvan sekä johtoverkon rakentamiseen että vedenjakelun hoitamiseen alueellaan. Toisinaan pienemmät kunnat ostavat veden ja rahoittavat jakeluverkoston, mutta jättävät vedenhankintajärjestelyn päälaitoksen hoidettavaksi sovituin perustein jne.

On selvää, että tällä tavoin syntyy ylikunnallisia laitoksia, mutta laitokset eivät silti vielä ole alueellisia sanan varsinaisessa mielessä.

Saksalaiset ammattimiehet ovatkin ottaneet käyttöön termit syöttölinjajakelu ja aluejakelu. Syöttölinjajakelusta on kysymys pääjohdon läheisyydessä olevien kuntien liittyessä jakeluun, aluejakelusta silloin, kun hanke on alkujaan suunniteltu täyttämään useampien kaupunkien tai kuntien tarpeita. Tilastoissa ei kuitenkaan ole otettu huomioon tämänlaatuisia eroavaisuuksia. On myöskin todettu, että rajan veto paikallisen ja alueellisen vesilaitoksen välillä ei ole selvä. Useat asiantuntijat pitävät yhteiskunnallisena alueeltaan varsin suppeita laitoksia tai taas paikallisia laitoksia, jotka huoltavat kaupunkia ja sen esikaupunkeja. Kuitenkaan termien paikallinen ja alueellinen käyttäminen ei näytä aiheuttavan senluontoisia vaikeuksia, että yksityiskohtaisempi luokittelu olisi tarpeen. Tästä olisi vain seurauksena uusia ongelmia. On kuitenkin pidettävä mielessä se, ettei alueellisen vesilaitoksen lähtökohtana ole sattuma, vaan asiallinen yhteenkuuluvaisuus. Toisin sanoen: lähtökohtana ei ole mikään paikallisen laitoksen olemassaolo, vaan elimellisesti yhteenkuuluvan alueen etu. Pidettäessä tätä lähtökohtana ei ole suurtakaan merkitystä sillä, onko alueella yhtenäinen vesilaitos tai tapahtuuko veden tukkumyyntejä. Tätä kysymystä käsitellään tarkemmin myöhemmin.

Historiallinen kehitys, joka on johtanut suuresta määrästä paikallisia laitoksia harvalukuisempiin ja suurempiin paikallisiin laitoksiin ynnä varsin erikokoisiin alueellisiin laitoksiin, herättää kysymyksen, onko syntynyt tilanne semmoisenaan käyttökelpoinen ja hyväksyttävä. Historiallisen kehityksen tulosta on ainakin kriittisesti arvosteltava ja sitä on korjattava, jos saavutettujen oikeuksien ja asemien säilyttäminen uhkaa tehdä mahdollottomaksi vesihuollon järkevän yleisen kehittämisen ja vesivarojen tarkoituksenmukaisen hyväksikäytön.

Luku III

Näkökohtia vesihuollon organisaatiosta

A. Yleisiä näkökohtia

Ennenkuin voidaan tarkemmin määritellä, mitä ehtoja hyvän vesilaitoksen organisaation on täytettävä, on määriteltävä eräitä perustekijöitä.

a) Yleisen vesilaitoksen raakavedeksi laadultaan kelpavaa vettä on suhteellisen niukasti. Kustannussyistä tulee meriveden tai murtoveden suolan poistaminen nykyisin kysymykseen useimmissa maissa ainoastaan poikkeustapauksessa.

b) Makeanveden valvontaan ja käyttöön liittyvien intressien määrä on suuri ja intressit ovat usein vastakkaisia. Eri intressejä on arvosteltava toisiinsa vaikuttavana kokonaisuutena, pitäen kuitenkin mielessä se vaatimus, että laadultaan paras vesi on varattava yleisten vesilaitosten käyttöön.

c) Juomaveden on täytettävä korkeat laatuvaatimukset. Vaatimuksista ei voi poiketa aiheuttamatta jatkuvia riskejä, joita hygieniassa mielessä ei voida hyväksyä.

d) Veden ominaiskulutus lisääntyy edelleen jatkuvasti, useissa tapauksissa varsin nopeasti. Kokemus on osoittanut, että maaseutu-asutus on sangen suuri vedenkuluttaja, koska maanviljelijät sekä taloudellisista syistä että lisääntyneen kokemuksensa perusteella ovat alkaneet käyttää johtovettä moniin maataloudellisiin tarkoituksiin.

e) Hyvin järjestetty vesihuolto on koko väestölle elintärkeä. "Vesi on tärkein niistä päätekijöistä, mitä sisältyy yksilön jokseenkin kaikkeen toimintaan fyysisen, sosiaalisen ja taloudellisen elämän kentässä.", (W.H.O:n raportti, 21.4.1965).

f) Vesihuollon tarkoituksenmukaisella ratkaisulla ja organisaatiolla saattaa olla ratkaiseva merkitys tiheään asuttujen ja teknilli-

sesti pitkälle kehittyneiden alueiden tulevaisuudelle, alueiden, jotka ovat erityisen tärkeitä laajempien kokonaisuuksienkin hyvinvoinnille.

Edellä esitetyistä seikoista seuraa muun muassa, että mikä hyvänsä vesilaitoksia koskeva politiikka on suunniteltava tulevaisuutta silmälläpitäen, jolloin tasapainoinen vesipolitiikka ja vesivarojen tarkoituksenmukainen hyväksikäyttö suunnitellaan siten, että kaikilla yhteiskunnan toimintasektoreilla on kohtuulliset takeet pysyvästi varmasta juoma- ja käyttöveden saannista. Tällöin on otettava huomioon odotettavissa oleva väestönkehitys, väestön todennäköinen sijoittuminen ja taloudellinen kehitys.

On itsestään selvää, että kaikkien mahdollisten vesivarojen tarkoituksenmukainen käyttö monissa tapauksissa liittyy erottamattomasti vesien suojeluun pilaantumista ja likaantumista vastaan ja jätevesien käsittelyyn vesien suojaamiseksi, jakelulaitosten kunnossapitoon tai kapasiteetin lisäämiseen sekä vesivarojen riittävyyden ollessa kyseenalainen, etuoikeutetumpien käyttömuotojen suosimiseen.

B. Vesilaitokselle asetettavat vaatimukset

Seuraavassa tarkastelussa voidaan rajoittua kahteen päävaatimukseen:

- 1) Vesilaitoksen on pystyttävä käyttämään hyväkseen sille varatut vedet tarkoituksenmukaisimmalla tavalla, ottaen huomioon joko luonnonsuhteiden tai toisten intressien asettamat rajoitukset. Sen tulee ajoissa huomata toimenpiteet, jotka saattavat vaikuttaa epäedullisesti vedenottopaikkojen kapasiteettiin sekä lain suomia keinoja käyttäen pystyä suojaamaan vedenottopaikkansa likaantumista vastaan.
- 2) On saatava parhaat mahdolliset takeet siitä, että vesilaitos voi täysin valvoa hyvien hygieenisten, teknillisten ja taloudellisten tulosten saavuttamisen kohtuullisin veden hinnoin.

Toinen ehto sisältää mm. sen, että vesilaitoksen on saatava riippumattomasti valmistella, rahoittaa ja toimeenpanna normaalit kunnossapito- ja

laajennustyönsä ja varautua mukautumaan muuttuviin olosuhteisiin kuten esim. teollisuusvedenkäytön äkilliseen lisääntymiseen.

Monissa tapauksissa laajennustyöt on rajoitettava lainoin. Laitoksen on silloin pystyttävä täyttämään rajoittajan asettamat ehdot. Monissa maissa saadaan valtion avustuksia tärkeisiin laajennustöihin. Jos vesilaitoksen taloutta ei poikkeuksellisesti voida järjestää kohtuullisin veden hinnoin, ovat julkisista varoista saatavat subventiot välttämättömiä. Riittämättömät varat eivät koskaan saa aiheuttaa vesilaitoksen puutteellista johtamista tai vahingoittaa sen taloutta. Luonnollisestikaan eivät avustukset saa vähentää laitoksen omistajan vastuuntunnetta.

Molemmista ehdoista seuraa, että vesilaitoksen johdolle, toimihenkilöille ja henkilökunnalle on asetettava korkeat vaatimukset. Laitoksen johdossa on oltava kokeneen toimitusjohtajan, jolla on tieteellinen koulutus mikäli mahdollista ja hänen apunaan pätevä hallinnollinen henkilö. On toivottavaa, että laitoksen koko olisi niin suuri, että sillä olisi palveluksessaan useampiakin tieteellisesti koulutettuja henkilöitä.

Tämän lisäksi täytyy sekä teknillisellä että hallinnollisella puolella olla käytettävissä eritasoisia asiantuntijoita. Ei ole tarkoituksellista vaatia, että jokaisen vesilaitoksen olisi oltava niin suuri, että kaikki kysymykseen tulevat ongelmat voitaisiin ratkaista laitoksen piirissä. Erikoiskysymyksiä ei useimmissa vesilaitoksissa ilmene niin usein, että tarkoitukseen varatulla henkilökunnalla olisi aina riittävästi työtä. Päinvastoin tieteellinen erikoistuminen edistyy niin nopeasti, että jollei henkilökuntaa voida jatkuvasti käyttää erikoistehtäviin, heitä ei voida pitää ajan tasalla. Sellaisissa tapauksissa on käytettävä alan keskustelukimustilaisuuksissa, neuvottelevia insinöörejä tai muita erikoistuneita ja päteviä asiantuntijoita. Laitoksen johtajan ja hänen henkilökuntansa on kuitenkin pystyttävä asettamaan kysymykset ja arvostelemaan kriittisesti neuvonantajansa ehdotuksia, koska näillä ei ole yhtä hyvää paikallista asiantuntemusta kuin vesilaitoksen henkilökunnalla, ja käyttämään tarkoituksenmukaisesti hyväkseen ulkopuolisten asiantuntijoiden työn tuloksia.

Edellä olevasta seuraa, että pienten vesilaitosten ei yleensä ole mahdollista täyttää asetettuja vaatimuksia. Tämä on yksi syy, minkä vuoksi vesilaitosten uudelleenorganisointia tutkitaan eri maissa, taikka tarve tähän

uudelleenorganisaatioon on nähtävissä vesihuollon kokonaiskuvassa. Tämä kokonaiskuva ei ole täydellinen sillä, että vesilaitosten toiminta-alueet peittävät koko maan, vaan vasta sitten, kun vesihuoltoalueet on loogisesti rajoitettu ja ryhmitelty. Eri maissa, erityisesti tiheään asutuissa maissa, missä vesihuollosta jo kauan sitten on tullut välttämättämyys, on historiallinen kehitys johtanut monilukuisiin vesilaitoksiin ja hajanaisuuteen. Tulevaisuuteen ulottuva valtakunnallinen vesihuoltosuunnitelma antaa vastaukset kysymykseen, mitkä uudistukset ovat välttämättömiä ja mitkä toivottavia. Toinen kysymys on, onko teoreettinen ratkaisu toteutettavissa käytännössä. Oleviin oloihin puuttuminen pakottaa puuttumaan myös saavutettuihin oikeuksiin ja etuihin. Uudistukset vaativat harkintaa ja tahdikkuutta. Jos hyväksyttäviä vaihtoehtoja on, on niiden valintaan tarjottava mahdollisuus.

Voidaan todeta selvä pyrkimys suurten ja joka suhteessa hyvinvarustettujen vesilaitosten muodostamiseen, ei ainoastaan vesilaitosten luonteesta johtuvista syistä, vaan myöskin johtuen yleisestä erikoistumisesta ja siitä, että ainoastaan suuret yksiköt voivat käyttää erikoisasiantuntijoita.

Loogisesti rajoitettu vesihuoltoalue on kuitenkin käsite, joka poikkeaa vesilaitoksesta, mikä henkilökuntansa, tekniikkansa ja hallinnollisen järjestelynsä puolesta täyttää korkeimmat vaatimukset. Tämä luku voidaan lopettaa maininnalla pienistä laitoksista, jotka niiden sijainnin huomioon ottaen ovat loogisia kokonaisuuksia. Toisinaan sellaiset pienet kokonaisuudet voidaan yhdistää yhdeksi alueelliseksi laitokseksi. Toisinaan tämä ei ole mahdollista. Pienten vesilaitosten luontaiset haitat voidaan kuitenkin poistaa eri tavoin, kuten kansallisten raporttien selostuksesta selviää.

Olkkoon vesilaitos pieni tai suuri, sen on täytettävä keskeisin perusvaatimus, nimittäin jaettava laadultaan moitteetonta vettä.

Luku IV

Kansallisten raporttien yhdistelmä

Kansallisten raporttien laatijoille lähetettiin kyselykaavio, jossa oli

11 kysymystä. Useimmat näistä kysymyksistä oli jaoiteltu siten, että kysymyksen eri puolia voi käsitellä yksityiskohtaisemmin. Yleisraportin koon rajoittamiseksi raportin laatija on ryhmitellyt vastaukset 7:än ryhmään:

- A. yleisiä näkökohtia,
- B. vesilaitosten hygieenisyyttä ja teknillistä organisaatiota koskevat vaatimukset, valvonta,
- C. paikallisten ja alueellisten vesilaitosten rakennus- ja käyttökustannukset, talouden järjestäminen tulee julkisista varoista,
- D. organisaatiokysymyksiä koskevat mielipiteet,
- E. mielipiteet alueellisten vesilaitosten koosta,
- F. vesilaitosten yhdistäminen muihin julkisiin laitoksiin,
- G. yleisiä mielipiteitä aiheesta.

Näyttää siltä, että melkoinen osa tilasta on varattava kohdille A, B ja C, koska kohdan D sisältöä ei ole helppo ymmärtää tietämättä jotakin historiallisesta kehityksestä, nykyisestä tilanteesta ja vedenhankinnan erikoisongelmista eri maissa.

Kaksi raportin laatijaa, nimittäin USA:n ja Neuvostoliiton, ovat käyttäneet hyväkseen heille tarjottua tilaisuutta lähettämällä selostuksia, jotka eivät perustu lähetettyyn kyselyyn. Näiden selostusten oleellisista kohdista on laadittu yhteenveto yleisraportin loppuosassa.

Kumpikin näistä selostuksista pitää vesihuoltoa osana laajemmasta vesihallinnon tai vesien käytön kokonaisuudesta. Koska on mahdotonta välttää varsin suurimittaisiakin järjestelyjä, on ehdottomasti otettava huomioon muitakin seikkoja kuin vedenhankinta. Jos vedenhankintaa ja sen organisaatiota koskevien monien tekijöiden joukkoon lisätään "maan mittakaava", ei ole niinkään yllättävää, että USA:n ja Neuvostoliiton raporteissa on silmiinpistävän monia yhdenmukaisuuksia.

Monista raporteista nähdään, että vedenhankinta on suuren kysymys- tai tehtäväjoukon ydin. Johtuen väestön jatkuvasta kasvusta ja paikallisten vesivarojen kapasiteetista yhä kaukaisempia vedenottopaikkoja joudutaan

ottamaan käyttöön, eräissä tapauksissa kysymys on luonteeltaan kansainvälinen. Reinin ympärillä olevien maiden yhteistyöstä vedenhankintamielessä.

1. Itävalta

A. Itävalta on liittovaltio, joka muodostuu 9 riippumattomasta osavaltiosta, joilla on samat oikeudet. Wien on yksi osavaltio. Väestön määrä on 7 000 000, 34 % elää kahdeksassa suurimmassa kaupungissa, 14 % pienissä kaupungeissa ja 52 % maaseudulla. Yli 50 % väestöstä saa käyttövetensä vesilaitoksilta, jotka hygieenisessä ja teknillisessä mielessä täyttävät kaikki vaatimukset.

Laajoilla alueilla vedensaanti on vaikea. 38 % 433 000:sta maatilayksiköstä (metsätalous mukaan luettuna) sijaitsee vuoristossa. 260 000:n maatilalan vedenhankinta kaipaa korjausta. Myöskin maalle tärkeän turistiliikenteen vuoksi on vesilaitosten lisääminen ja laajentaminen tärkeää.

Koska maaseutuväestö on levittäytynyt laajaan vuoristoiseen maahan, pieniä vesilaitoksia on paljon. Suhteellisen suuri osa näistä laitoksista on osuustoiminnallisia yhtymiä.

Useimmat vesilaitokset ovat selvästi paikallisia, koska maan pinnanmuodostus rajoittaa laajojen alueellisten laitosten perustamista.

Wienin kaupungin vesilaitos jakaa vettä useihin kuntiin ja kaupunkeihin, ensisijaisesti ensimmäisen päävesijohtonsa (Hochquellen Wasserleitung) varrella. Merkittävä todellinen alueellinen vesilaitos on Wasserleitungsverband der Trieslingstal- und Sübahngemeinden, joka perustettiin vuonna 1934 ja johon kuuluu 24 kuntaa.

30 % koko väestöstä, Wien mukaanluettuna saa veden alueellisten vesilaitosten verkosta.

B. Kaikkien vesilaitosten on täytettävä samat vaatimukset. Mitään eroa ei ole suurten ja pienten laitosten kesken.

Yleinen vesihuolto on Itävallan lain mukaan kunnan asia. Luvan uusien lai-

tosten perustamiseen ja olemassa olevien laitosten laajentamiseen myöntää hallitus. Lupaa myöntävillä viranomaisilla on oikeus valvoa asetettujen ehtojen noudattamista.

Hygieenisen valvonnan suorittavat terveystoimikunnat vuoden 1932 lainsäädännön perusteella. Vähintään joka viides vuosi on vesilaitosten hygieenisyydestä ja teknillisistä varusteista hankittava pätevien asiantuntijoiden tai laitosten lausunto.

Lakia uusien vesilaitosten rakentamisesta ja vanhojen laajentamisesta muutettiin vuonna 1959. Lain uusissa määräyksissä säädetään, että vesihuoltoa koskevia järjestelyjä suunniteltaessa on oltava yhteydessä liittohallituksen vesitaloudelliseen suunnittelutoimistoon. Tämä järjestely antaa keskushallinnolle mahdollisuuden tarvittaessa koordinoida eri suunnitelmia. Osavaltioiden hallitusten on huolehdittava siitä, että kaikki suunnitelmat täyttävät riittävän korkeat teknilliset vaatimukset. Kunkin osavaltion hallituksella on valtuudet suojata pohja- ja pintavesien kerääntymisalueita lainsäädännöllisin määräyksin.

C. Osavaltioiden hallitukset valvovat vesilaitosten taloutta. Lukuunottamatta autonomisia kaupunkeja, kunnat saavat käyttää vesilaitoksen tuloja ainoastaan laitoksen menojen peittämiseen. Osavaltion hallitus tai keskushallitus voi rahallisesti avustaa uusien laitosten perustamisessa ja vanhojen laajentamisessa. Avustukset voidaan maksaa kertakaikkisina tai ne voidaan myöntää lainoina, jolloin korkoprosentti on yksi. Nykyisin paikalliset viranomaiset ovat erittäin kiinnostuneita jälkimmäisestä mahdollisuudesta.

Kansallisen raportin laatijan käsityksen mukaan alueellisten vesilaitosten rakentaminen tiheään asutuilla alueilla, missä on paitsi teollisuuskaupunkeja myöskin puhtaasti maatalousalueita, maksaa vähemmän kuin vastaavan tarkoituksen täyttävät erilliset paikalliset laitokset. Myöskin alueellisen vesilaitoksen käyttökustannukset ovat alemmat kuin erillisten laitosten yhteenlasketut käyttökustannukset. Suurempi alueellinen laitos voi paremmin täyttää korkeat vaatimukset kuin paikalliset vesilaitokset. Alueelliset vesilaitokset voivat rationalisoida toimintansa varsin pitkälle.

D. Kansallisen raportin laatija pitää suotavana vesilaitosten uudelleenryhmittämistä (suurempien kokonaisuuksien muodostamista). Hän mainitsee, että uudessa lainsäädännössä on määräyksiä ylemmästä organisaatiosta (Dachverband) sekä jätevesien käsittelyä ja vesiensuojelua koskevissa asioissa, mutta myöskin koskien pieniä vesilaitoksia, erityisesti vesihuoltoyhtymiä. Tällaisen uuden organisaation tehtävänä on avustaa osakkaana olevia vesilaitoksia teknillisissä, juridisissa ja taloudellisissa asioissa. Sellainen järjestö voi asettaa jäsenistönsä käytettäväksi koulutuneen teknillisen ja hallinnollisen henkilöstön. Järjestö voi valvoa yleistä etua ja muodostaa vararahastoja yhteiseen käyttöön. Raportin laatija pitää vastaavan järjestelyn toimeenpanoa toivottavana suuremmassakin mittakaavassa. Veden laadun ja niiden valvonta ei ole ongelma, koska jokaisessa osavaltiossa on erinomaisesti varustetut viralliset laboratoriot. Lisäksi kolmen yliopiston laboratoriot suorittavat vesitutkimuksia.

F. Kansallisen raportin laatijan käsityksen mukaan vesilaitos voidaan edullisesti yhdistää kaasulaitoksen, kaukolämmityksen ja sähkölaitoksen kanssa. Näin tarjoutuu mahdollisuus suurempaan mahdolliseen rationalisointiin.

2. Belgia

A. Väestö: Runsaasti 9 000 000, väestön tiheys yli 300 as./km²:llä. Noin 80 % väestöstä on liittynyt yleisiin vesilaitoksiin.

Belgiassa on sekä paikallisia että alueellisia vesilaitoksia. Alueelliset vesilaitokset voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- 1) Société Nationale des Distributions d'Eau(SN), joka huolehtii 264:stä vesilaitoksesta jakaen vettä 855:een kuntaan, joissa asuu 2,6 milj. asukasta (28,5 % väestöstä). Rakennus- tai valmisteluvaiheessa olevien laitosten valmistuttua SN huolehtii 3,4 milj. asukkaan vedenhankinnasta (37,5 %).
- 2) 9 laajaa alueellista vesilaitosta, jotka jakavat vettä 3,7 milj. asukkaalle (40 %) väestöstä. Tähän ryhmään kuuluu mm. C.L.B.E. joka vastaa Brysselin, sen ympäristökuntien ja pääjohtojen varrella olevien kuntien vedenjakelusta ja toimittaa melkoisessa

määrin vettä toisillekin vesilaitoksille.

- 3) Pienet alueelliset vesilaitokset, joiden toimialue käsittää 170 000 asukasta (1,7 % väestöstä).

Paikallisten vesilaitosten ryhmään kuuluu 12 laitosta tärkeimmissä kaupungeissa, joiden yhteinen väkiluku on 430 000 ja suuri määrä pieniä paikallisia laitoksia, jotka huoltavat vedellä 325 000 asukasta. Paikalliset laitokset huoltavat siten 750 000 asukasta (8,2 % väestöstä).

B. Periaatteessa kaikkien vesilaitosten on täytettävä samat vähimmäisvaatimukset hygieenisessä suhteessa ja laitosten toiminnan luotettavuudessa. Kuitenkaan monet pienet paikalliset ja alueellisetkaan laitokset eivät täytä vähimmäisvaatimuksia. Parannuksen aikaansaaminen näissä laitoksissa on varsin vaikeaa ja monissa tapauksissa erittäin kallista varsinkin harvaan asutuilla alueilla. Raportin laatijan käsityksen mukaan vaikeudet eivät saa olla uudelleen organisoimisen esteenä.

Olisi suoritettava yleinen tutkimus siitä, onko mahdollista liittää nämä pienet laitokset olemassa oleviin suurempiin laitoksiin tai yhdistää niitä keskenään helpommin hoidettaviksi ryhmiksi. Myöskin maaseudulla olisi oltava järjestetty vesihuolto, joka varmistaa jatkuvan vedensaannin kaikissa olosuhteissa.

Mitä tulee valtion valvontaan, SN on eri asemassa kuin muut laitokset.

Société Nationale

Société Nationale perustettiin vuonna 1913 lainsäädäntöteitse. Se on julkinen laitos, joka suunnittelee, rakentaa ja hoitaa vesilaitoksia. Sen hallinnon muodostavat hallitus ja toimitusjohtaja. Puolet hallituksen jäsenistä valitsee osakkaiden yleiskokous, johon osallistuvat osakkeita omistavien läänien ja kuntien edustajat, pääjohtajan ja puolet jäsenistä nimittää kuningas. Hallituksen kokouksiin osallistuu aina terveysministeriön ja finanssiministeriön edustaja. Maan hallitus valvoo kaikkia SN:n toimenpiteitä.

Maan hallitus myöntää tuntuvia avustuksia vesilaitosten rakentamiseen.

Tämän lisäksi jotkut läänit vastaavat osasta kustannuksia käytettävissään olevin varoin. Jäljellä olevasta osasta vastaavat asianomaiset kunnat tai kuntaryhmät.

SN hankkii tarvitsemansa pääoman lainoina. Lainojen takaisinmaksusta huolehtivat valtio, lääni ja kunnat sen mukaan kuin ne ovat hankkeeseen osallistuneet.

SN:n valvonnassa on monia suuria ja pieniä vesilaitoksia. Hoitamistaan tehtävistä SN perii joka laitokselta vuotuisen korvauksen, jonka suuruutta valvoo yleiskokouksen valitsema komitea.

SN:llä on käytettävissään pätevien asiantuntijoiden muodostama henkilökunta, moderni laboratorio, korjauspajoja sekä tarvike- ja varaosavarastoja. Näitä kaikkia saavat SN:n osakslaitokset käyttää omakustannushintaan. SN on rationalisoinut toimintansa varsin pitkälle ja tarkoituksena on edelleen keskittää varastoja ja kuljetuksia. Järjestelystä hyötyvät niin pienet kuin suuretkin osakslaitokset. Kuntien viranomaisten ei ole pakko käyttää SN:n palveluksia hyväkseen, mutta käytännössä useimmiten niin tapahtuu.

Muita laitoksia valvotaan kolmella eri tavalla:

Teknistä valvontaa harjoittaa avustuksia myöntänyt viranomainen, hygieenistä valvontaa terveysministeriö ja taloudellista valvontaa joko sisäasiainministeriö tai terveysministeriö.

C. Kustannukset

Belgian kansallisen raportin laatija on suorittanut vertailun kahden SN:n rakentaman ja hoitaman vesilaitoksen kesken. Toinen näistä toimii pienessä erillisessä kunnassa, toinen on alueellinen laitos. Molemmat laitokset rakennettiin samaan aikaan ja ne ovat vertailukelpoisia myöskin muissa suhteissa. Ensimmäisenä tapauksena jouduttiin liitöntä kohti investoimaan kaksi kertaa se määrä, mitä jälkimmäisessä tapauksessa oli tarpeen.

Yleisesti ottaen pienten paikallisten laitosten käyttökustannukset ovat myöskin korkeammat kuin alueellisten laitosten.

Alueellisissa laitoksissa on mahdollisuus käyttää vaativampia ratkaisuja ja yleiskustannukset sekä laitostekustannukset jakaantuvat suuremmalle kulluttajajoukolle. Verkon kunnossapito on helpompaa ja halvempaa, koska se kaikkialla on rakennettu samojen normien mukaiseksi. Veden jakelu toimitetaan yleensä omakustannushintaan (pääomakustannukset ja käyttökustannukset) ottaen huomioon hallituksen tai läänien myöntämät avustukset rakennuskustannuksiin.

D. Uudelleenryhmittely

Vesihuollon uudelleenorganisointi ei ole ollut esillä Belgiassa. Sikäli kuin nykyiseen tilanteeseen toivotaan muutoksia SN tutkii mielellään mahdollisuutta olemassa olevien laitosten yhdistämisestä keskenään tai johonkin SN:n suunnittelemaan ryhmälaitokseen. Ryhmälaitosten alueet on valittu paikallisten olosuhteiden mukaisiksi.

Vesilaitosten uudelleenryhmittely olisi Belgiassa varsin tarpeen vaatimaa varsinkin mitä tulee pieniin ja keskikokoisiin laitoksiin. SN on tutkinut tätä kysymystä jo vuosia. Näyttää olevan välttämätöntä pitää mielessä belgialaisten yksilöllinen ajattelutapa ja heidän arvossa pitämänsä kunnallinen autonomia. Kunnallismiehet eivät ota esityslistalle asioitten täydellistä uudelleen tarkistamista, jollei heidän vesilaitoksensa ole aiheuttanut heille todellista huolta. Yhteistoiminta suurten ja pienten laitosten kesken olisi sangen toivottavaa ja johtaisi käytettävissä olevien vesireservien tehokkaampaan hyväksikäyttöön. Veden tukkumyynti laitokselta toiselle olisi myöskin toivottavaa.

Pienten laitosten turvautuminen suuremman apuun on vain osaratkaisu vedenhankintakysymyksissä. Ihanneratkaisu olisi, jos pienet laitokset kokonaan sulautettaisiin suurempiin.

E. Kansallisen raportin laatija on suorittanut tiedustelun muutamien suurempien vesilaitosten piirissä. Ne ovat sitä mieltä, että alueellisen laitoksen tulisi käsittää ainakin 90 000...1 000 000 asukasta (156 000:n asukkaan kuntaa). Sellainen laitos voisi tehokkaasti hoitaa sekä henkilökunta- että muut asiansa eikä olisi hallinnollisesti liian kömpelö. Liiallinen keskittäminen edistäisi byrokratiaa, josta mm. saattaisi seurata tarpeettomia kuljetuksia.

Raportin laatija on myöskin osittaisen desentralisaation kannalla, mutta ehdottaa väljempiä rajoja. Hän viittaa SN:n aluejakoon, joka käsittää 15 aluetta ja 264 vesilaitosta. Asukasluku vaihtelee eri tapauksissa 135 000 :sta 225 000:een.

Belgialaiset vesilaitokset kannattavat keskuslaitosta, joka johtaisi yleistä vesilaitospolitiikkaa, mutta päivittäinen laitoksen hoito olisi riittävässä määrin jätettävä laitosten omaan harkintaan. Lisäksi paikalliset ja alueelliset erikoispiirteet, kuten tavat, kieli jne. on otettava huomioon.

Lisäksi tiettyä keskittämistä pidetään tarpeellisena, jotta laitosten suunnittelu ja rakentaminen tulisi yhdenmukaisemmaksi. Raportin laatija pitää suotavana veden käsittelyä koskevan tutkimuksen, mittarihuollon, varastoinnin ja materiaalitutkimuksen keskittämistä.

F. Raportin laatija ei kannata vesilaitoksen yhdistämistä kaasu- ja sähkölaitosten kanssa.

3. Tanska

A. Noin 80 % Tanskan väestöstä on liittynyt vesilaitoksiin. Suurimmissa laitoksissa on kuluttajien määrä noin 1 milj., pienimmissä laitoksissa noin 50.

Alueellisia vesilaitoksia on vähän: Kööpenhaminan vesilaitos palvelee Kööpenhaminan kaupunkia ja myöskin veden tukkumyynnin muodossa noin 10 ympärillä olevaa riippumatonta esikaupunkia. Kaupungin pohjoispuolella neljä kuntaa on perustanut yhteisen alueellisen vesilaitoksen.

Tanskan vesihuolto perustuu jokseenkin yksinomaan pohjaveteen. Useimmissa osissa maata on kohtuullisen etäisyyden päässä pohjaveden muodostumiselle edullisia kerrostumia. Tämän vuoksi Tanskan vesihuolto on järjestänyt desentralisaation periaatteella. Vesihuollosta vastaavat osaksi kunnat, osaksi vesihuoltoyhtymät ja osuuskunnat.

B. Tavallisesti ovat pienet vesilaitokset sekä hygieenisessä että teknisessä suhteessa tyydyttäviä, koska käytettävissä oleva pohjavesi tulee likaantumislta varsin hyvin suojatuista kerrostumista.

Jokseenkin kaikkien kaupunkien vesilaitokset ovat kunnan hallinnassa, maalauskuntien vesilaitokset ovat säännöllisesti osuustoiminnallisia. Valtion puolelta ei ole juuri mitään valvontaa. Paikalliset terveystoimikunnat valvovat veden laatua ja kun suunnitelmia toteutetaan, niiden hygieenisuus ja teknillinen kelpoisuus tutkitaan vesituomioistuinissa ennen kuin lupaa pohjaveden ottamiseen myönnetään.

Kustannukset ovat säännöllisesti korkeampia liitääntä kohti pienissä laitoksissa kuin kaupunkilaitoksissa johtuen pitkästä jakeluverkostosta haja-asutusalueilla.

Kaupunkivesilaitosten rakentamisesta ja laajentamisesta vastaa asiantunteva kunta. Jotkut kylien vesilaitoksista on rakennettu valtion myöntämällä työllisyysvaroin.

D. Uudelleenjärjestelyä tai organisaation muutoksia vesilaitoksissa ei ole harkittu, koska useimmissa osissa maata on riittävästi laadultaan tyydyttävää pohjavettä.

Eräillä alueilla pohjavesi on suolaista ja alueelliset vesilaitokset saattavat olla tarpeen tulevaisuudessa. Ei ole todennäköistä, että alueelliset vesilaitokset olisivat silloinkaan yleisiä.

E. Sjellandin saarella sijaitsevan Kööpenhaminan vesihuoltoon liittyy kuitenkin eräitä vaikeita ongelmia. Näihin saakka on Sjellandin itäosassa löydetty riittävästi vettä niin Kööpenhaminaan kuin sen nopeasti kasvavia itsenäisiä esikaupunkejakin varten. Koska antoisia pohjavesiesiintymiä on ainoastaan saaren itäosassa, Kööpenhaminan vesilaitoksen on pakko tulevaisuudessa ottaa käyttöön pintavettä käyttäen hyväksi eri järviä, jotka ovat melko kaukana kaupungista. Näinollen on alueellinen vedenhankintajärjestely luonnollinen ratkaisu. Tanskan pääkaupungille ja sen ympäristölle.

4. Suomi

A. Suomen väestötiheys on 15 as./km²:llä. Pohjoisimmassa osassa maata on asukastiheys ainoastaan 1,4 as./km²:llä. Suomessa on runsaasti järviä. Vedenhankinnan vaikeuksia ei voi verrata niihin ongelmiin, mitä on tiheään

asutuissa ja vähävetisissä maissa.

Vuonna 1955 71 % kaupunkiväestöstä oli liittyneinä vesilaitoksiin. Maalaiskunnissa ainoastaan 3,6 % oli liittyneinä vesilaitoksiin. Ainoastaan 26,5 % Suomen koko väestöstä oli vuonna 1955 yhdistetty vesilaitoksiin. Kaksi alueellista laitosta on rakennettu jonkin aikaa sitten, mutta niiden piiriin kuuluu vain muutama tuhat asukasta.

B. Periaatteessa kaikkien vesilaitosten on täytettävä samat vaatimukset. Ohjeita veden laadun järjestelmälliseksi valvomiseksi valmistellaan parhaillaan.

C. Valtio voi avustaa vesi- ja viemärilaitosten rakentamista maalaiskunnissa. Tarkoitukseen on varattu lainoja. Valtion avustamien laitosten on täytettävä asetetut vaatimukset. Laitosten rakennustöitä valvotaan. Yleensä odotetaan vesimaksujen peittävän kustannukset. Jos vesilaitokset ovat tuottaneet tappiota (kuten uusissa laitoksissa tapahtuu), vaje on peitetty verovaroin.

D. Paikalliset olosuhteet eivät tee ryhmittämistä kannattavaksi. Yhteinen laboratorio pieniä vesilaitoksia varten saattaisi olla hyvä ratkaisu.

F. Muutamissa kaupungeissa vesilaitoksen hallinto on yhdistetty kaasu- ja sähkölaitokseen, mutta kansallisen raportin laatijan (Erkola) käsityksen mukaan olisi parempi hoitaa vesi- ja viemärilaitosta yhteisenä erillisenä laitoksena.

5. Ranska

A. Vuonna 1954 oli Ranskan väestö 42,8 miljoonaa, josta noin 60 % oli liittyneinä yleisiin vesilaitoksiin. Liittymisprosentti on nyt noussut noin 70:een.

Puolet väestöstä asuu erikokoisissa kaupungeissa. Ero maalaiskuntien ja kaupunkikuntien välillä on luonteeltaan hallinnollinen. Yleisesti ottaen on maalaiskunnan väkiluku enintään 4 000:sta 5 000:een, josta suunnilleen puolet asuu kunnan päätaajamassa.

Kaupungeissa yli 85 %:lla väestöstä on käytettävissään yleinen vesilaitos. 53 % maalaiskuntien väestöstä on liittyneenä yleisiin vesilaitoksiin.

Ranskan eri osat poikkeavat toisistaan suuresti, mitä tulee geologiaan, hydrologiaan, ilmastoon, maankäyttömuotoihin, tapoihin, väestötiheyteen jne. Nämä seikat vaikuttavat vesihuollon organisaatioon, jonka tulee soveltua alueen olosuhteisiin. Niin kaupunkialueilla kuin maaseudullakin on sekä paikallisia että alueellisia vesilaitoksia. Tyypillisesti paikalliset laitokset ovat enimmäkseen pienissä ja keskikokoisissa kaupungeissa. Kaupunkiryhmien muodostuminen on usein johtanut alueellisiin vesilaitoksiin, joista jotkut ovat hyvinkin suuria. Maalaiskunnissa ovat organisaatiomuodot sangen kirjavat. Hyvinhoidettujen yksityisten vesihuoltolaitosten ohella, jotka on otettava lukuun, koska ne kuuluvat vedenhankinnan parantamista tarkoittaviin virallisiin suunnitelmiin, kansallisen raportin laatija lukee paikallisiin laitoksiin osuuskunnalliset vesilaitokset, alueellisesti selvästi rajoittuneet paikalliset laitokset, joihin kuuluu pieni kaupunki tai kyläkokonaisuus ja pienet alueellisetkin laitokset (enintään 6 kuntaa tai 5 000 asukasta).

Edellisten ohella on mainittava Syndicats de communes rurales (maalaiskuntien yhtymät), joihin kuuluu vähintään 6 kuntaa ja vähintään 5 000 asukasta. Näiden varsinaisten alueellisten vedenhankintayhtymien ohella on olemassa erityyppisiä kuntaliittojärjestelmiä, joiden tarkoituksena on osakaskuntien vesilaitosten toimintamahdollisuuksien parantaminen. Kokonaan erikseen on syytä mainita vesien yhteiskäyttöyhtymät (Sociétés d'Economie Mixte). Ne edustavat hallinnon uusinta muotoa, jossa yksityisyrittäjät tai järjestöt sekä yksityinen pääoma ovat yhteistoiminnassa viranomaisten kanssa. Yhtymien toimiala käsittää paljon muutakin kuin vedenhankinnan vesilaitoksille, ainakin alueelliset kehityssuunnitelmat, joihin kuuluu jokien säännöstely, kastelu jne., mutta vesihuolto saattaa olla tärkeä osatehtävä, varsinkin veden tukkuhankinta olemassa oleville tai perustettaville vesilaitoksille.

Nykyisin on noin 60 % kaupunkikuntien vesilaitoksista paikallisia ja 40 % alueellisiin järjestelyihin kuuluvia. Kuitenkin olosuhteet muuttuvat nopeasti. Paikallisia laitoksia laajennetaan ja uusia ryhmälaitoksia syntyy.

Paikallisten laitosten määrä vähenee samalla kun alueellisten laitosten määrä lisääntyy.

B. Kaikkien vesilaitosten on kokoon katsomatta täytettävä samat määrätyt vaatimukset. Ainoastaan tutkimusten taajuus riippuu laitoksen suuruudesta. Useimmat laitokset on rakennettu valtion suoranaisten avustuksen turvin. Tämän vuoksi valtiolle tarjoutuu mahdollisuus valvoa yritysten hygieenistä tasoa, teknillisiä järjestelyjä sekä taloutta ja rahoitusta. Kaupungeissa tätä valvontatehtävää hoitaa Service des Ponts et Chaussées (tie- ja vesirakennushallitus?), maalaiskunnissa Service du Génie Rural (vastannee meikäläistä maataloushallituksen insinööriosastoa). Tämän lisäksi läänin maaherra vastaa vesilaitosten yleisestä valvonnasta edellä mainittujen laitosten avustamana.

C. Kysymyksellä paikallisen tai alueellisen vesilaitoksen kustannuksista on merkitystä ainoastaan maaseudulla. Ei ole mitään sääntöjä tiedossa siitä, millä tavalla jonkin alueen asutuksen tiheys, asutuksen jakaantuminen ja vesivarojen sijainti, veden laatu topografia jne. vaikuttavat kustannuksiin. Käyttökustannukset kuutiota kohti laskettuna riippuvat suuressa määrin laitoksen koosta.

Alueelliset laitoksen ovat pieniä paikallisia laitoksia varmempia, mitä tulee jakelun jatkuvuuteen, vesivarojen hyväksikäyttöön sekä verkoston rakentamiseen ja ylläpitoon.

Esimerkkinä erään läänin maaseudun vesihuollon kustannuksista voidaan antaa seuraavat luvut: rakennuskustannukset paikallisessa laitoksessa 800 frangia asukasta kohti, alueellisessa laitoksessa 1050 frangia asukasta kohti. Käyttökustannukset vesikuutiometriä kohti paikallisissa laitoksissa 0,75 frangia ja alueellisissa laitoksissa 0,60 frangia. Valtion ohella osallistuvat monet läänit vesilaitosten rakentamisen rahoitukseen. Lain säännösten mukaan yleishyödyllisen laitoksen kantamien maksujen tulee peittää menot. Laitoksen menot eivät saa rasittaa kunnan budjettia. Hallitus sen enempää kuin läänitkään eivät myönnä varoja käyttökustannusten peittämiseksi. Eräissä lääneissä paikalliset viranomaiset ovat perustaneet tasausrahastoja alkuvaiheen pääomakustannusten peittämiseksi.

D. Commissariat Général au Plan d'Équipement et de la Productivité (Valtakunnan kehitysneuvosto?) tutkii mm. vesijohtoveden tarvetta vesivaroja ja vesiensuojelukysymyksiä.

Service du Génie Rural on suorittanut vesivarojen inventoinnin maaseutualueilla. Tämän inventaarion perusteella on laadittu vesihuolto-ohjelmaa joka lääninä varten.

Vaikka paikallisia laitoksia vieläkin perustetaan, on selvä pyrkimys alueellisiin laitoksiin tulevaisuuden tarpeitten tyydyttämiseksi. Kaupunkilaistuvat alueet tiheine asutuksineen samoin kuin maaseutualueet yrittävät ratkaista yhteiset ongelmansa alueellisella yhteistoiminnalla. Kun uusia vesivaroja otetaan jollakin alueella käyttöön, rakennetaan uusia puhdistuslaitoksia tai vedenjakelua parannetaan ja modernisoidaan jossa-kin muussa suhteessa, saattaa olla tarpeen laajemman alueen huomioonottaminen niin teknillisistä kuin taloudellisistakin syistä. Eräissä tapauksissa saattaa ilman omaa vesilaitosta oleva kunta olla yhteistoiminnassa kunnan kanssa, jolla jo on sellainen. Edelleen jossakin toisessa tapauksessa saattavat kunnat, jotka aluksi ostavat vetensä tukkuostona naapurikaupungista, myöhemmässä vaiheessa muodostaa ylikunnallisen yhtymän. Toimivia vesilaitoksia sulautetaan usein yhteen uudempien alueellisten laitosten kanssa.

Toimivia vesilaitosorganisaatioita järjestetään toisinaan uudelleen, jotta saavutettaisiin vesistön yhteiskäyttöyhtymien tarjoama hyöty. Kovin pienten vesilaitosten haitat ovat käyneet ilmeisiksi myöskin Ranskassa. Puutteellinen tekninen ja hygieeninen taso johtuu usein siitä, etteivät näitä pieniä laitoksia hoitavat paikalliset viranomaiset ymmärrä esiintyviä teknisiä ongelmia. Tämä on vakava psykologinen ongelma. Pienten paikallisten ja ylikunnallistenkin vesilaitosten laiminlyönti muodostaa vakavan uhkan yleiselle terveydelle ja saattaa muodostua kalliiksi. Tästä johtuen asianomaisen ministeriön määräyksestä vuonna 1958 kiellettiin kaikki taloudellinen apu vesilaitoksen laajentamiseen tai parantamiseen, jos laitoksen omistaja hoitaa tehtävänsä epätyydyttävällä tavalla.

Jokseenkin kaikki mainitut haitat voidaan poistaa uudelleenryhmittelyllä. Ranskan kansallisen raportin laatija ja hänen ammattitoverinsa pitävät

10 - 30 kunnan muodostamaa ja väestöltään 10 000 - 12 000:een nousevaa laitosta alueellisen laitoksen minimikokona. Laajempien kokonaisuuksien muodostaminen on ainakin käytön osalta toivottavaa. Jos on välttämätöntä, on viranomaisten tehtävä aloite alueellisen organisaation perustamisesta. Joissakin lääneissä on järjestetty teknillistä asiantuntija-apua pienten laitosten käytettäväksi.

Ylikunnalliset järjestelyt tulevat yhä tavallisemmiksi nimenomaan vesilaitosten hoidossa. Monet pienet laitoksen, jotka pysyvästi ovat erillisiä yksiköjä, ovat kiinnittäneet palvelukseensa saman asiantuntijan hallinnollista puolta hoitamaan. Paikallisten viranomaisten ja laitosta hoitavan yhtiön suhteet voidaan järjestellä eri tavoin. Joissakin tapauksissa kunnat itse perustavat ylikunnallisen hallinnollisen yhtymän. Joissain tapauksissa laitosten täydellinen yhteenliittäminen on tehokkainta, mutta nykyisin liittymismaksujen suuret erot ja toisistaan poikkeavat veden hinnat muodostavat usein ylipääsemättömän esteen.

E. Alueellisen laitoksen edullisin koko teknillisesti ja taloudellisesti arvostellen on kysymys, johon voidaan vastata ainoastaan, jos muut olosuhteet eivät aseta rajoituksia. Monissa tapauksissa suurimman koon määrittävät luonnolliset rajat (vuoristot, asumattomat alueet jne.).

Myöskin muut tekijät saattavat olla määrääviä. Kansallisen raportin laatija sanoo: "Tiheään asutun alueen paikallisen vesilaitoksen raja on siinä, missä taloudelliselta rakenteeltaan toisenlainen harvaanasuttu alue alkaa. Kuta laajempi jakelualue on, sitä parempi, koska siitä seuraa tariffien yhdenmukaisuus laajemmalla alueella ja mahdollisuus käyttää korkealaatuista teknillistä ja hallinnollista asiantuntemusta". Raportin laatija pitää suotavana, että vesilaitokseen olisi liittyneenä ainakin 3 000 - 10 000:een kiinteistöä. Jokaista 1 000 liitääntä varten tarvitaan yksi ammattimies, 3 000 liitännän laitoksessa tulee olla jo 2 teknillistä ja yksi hallinnollinen toimihenkilö. Tätä suuremman laitoksen palveluksessa tulee olla hyvin koulutettu vesihuoltoalan insinööri. Useamman laitoksen yhteistoiminnalla voidaan käytettävissä oleva teknillinen henkilöstö käyttää tarkoituksenmukaisemmin ja esim. laskutus koneellistaa.

F. Raportin laatija pitää vesilaitoksen yhdistämistä kaasun- ja sähkölaitoksiin mahdottomana, koska energian jakelu on kansallistettu, mutta

tästäkin huolimatta hän ei pidä sellaista yhdistelmää toivottavana. Toisaalta hän pitää tavoiteltavana vesilaitoksen ja viemärlaitoksen yhdistämistä.

6. Saksan Liittotasavalta

A. Vuonna 1957 noin 84 % liittovaltion väestöstä oli liittyneenä yleisiin vesilaitoksiin. Vuoden 1945 jälkeen vedenjakelussa oli vaikeuksia kulutuksen äkkiä kasvaessa pakolaisten tulviessa sodanjälkeisen Saksan alueelle, teollisuustuotannon laajenemisen johdosta, vilkkaasta rakentamisesta johtuen jne. Vesilaitoksilla oli lisärasituksenaan vedenotto- paikkojen pilaantuminen jäteaineiden vaikutuksesta, koska edellä kuvasta kehityksestä johtuen myöskin viemärivereden määrä lisääntyi.

Nykyisin noin 50 % suuremmista laitoksista toimii ainakin osaksi alueellisina. Alueelliset laitokset tarjoavat suuremman varmuuden toimien yhteistyössä keskenään tai paikallisten laitosten kanssa hätätilanteissa, taikka ne tarjoavat etuja veden laadun suhteen. Vuoristojen varastoaltaista peräisin olevaa vettä voidaan usein käyttää moneen kertaan. Ruurin alueen ja Pohjois-Saksan tasangon tarkoituksia varten rakennetaan yhä uusia varastoaltaita.

Vedenkäytön lisääntymisen johdosta on valtion ollut puututtava veden tarjonnan tasapainottamiseen ja yksityisten oikeuksien ja etujen sovitamiseen yleisen edun mukaisiksi. Liittovaltio on täysin tietoinen tärkeästä tehtävästään riittävän vesihuollon varmistajana ja se julkaisi vuonna 1960 koko liittovaltiota koskevan yleisen lain. Osavaltioiden tehtävänä on yksityiskohtaisemmin määräyksiin täydentää yleistä lakia. Liittovaltio laatii yleissuunnitelmia, jotka muodostavat kaikkien vesihuoltoon liittyvien yksityiskohtien teknillisen ja taloudellisen suunnittelun perustan. Suunnittelutyö hoidetaan täysin osavaltioiden rajoista riippumatta koko liittovaltiossa. Ratkaisut tehdään yksinomaan teknisten ja taloudellisten näkökohtien perusteella. Vesilaitoksilla on läinsäädännön perusteella mahdollisuus ryhtyä toimenpiteisiin vedenotto- paikkojensa suojaamiseksi likaantumista vastaan.

B. Kaikkien vesilaitosten on täytettävä samat hygieenisyyttä koskevat vaatimukset, jotka laki määrittelee. Niiden on myöskin pystyttävä toimittamaan tarvittava määrä vettä.

Sodan jälkeinen kehitys on johtanut tehostettuun valtion valvontaan vesilaitoksissa. Valvonta käsittää nyt hygieeniset, teknilliset ja hydrologiset näkökohdat niin suunnittelussa kuin käytössäkin, ja mikäli valtio on rahoittanut suunnitelmaa, myöskin rahoituskysymykset.

C. Periaatteessa tulisi vedestä perittävien maksujen peittää laitoksen kaikki yleis- ja käyttökustannukset.

Voidaan todeta, että yleensä rakenne- ja koneistokustannukset pienissä alueellisissa laitoksissa, jotka palvelevat pieniä useimmiten hajallaan olevia kuntia, ovat paljon korkeampia kuluttajaa kohti laskettuna kuin alueellisissa laitoksissa, joiden piirissä on myöskin suurkuluttajia (kaupunkeja ja teollisuutta). Maatalouden piirissä vesilaitosten jakama juomavesi on yleensä liian kallista käytettäväksi kasteluun. Alueellisten laitosten käyttökustannukset poikkeavat toisistaan riippuen koosta, jakelualueen laajuudesta ja vuosittain jaettavasta vesimäärästä. Säännöllisesti ovat eroavaisuudet pienempiä alueellisissa kuin paikallisissa laitoksissa.

Osavaltio osallistuu uusien vesilaitosten rakennustyön rahoittamiseen niin paikallisissa kuin alueellisissakin laitoksissa, mikäli kunnat tai yhtymät eivät voi järjestää rahoitusta niin, että veden hinta pysyisi sosiaalisesti hyväksyttävissä rajoissa, ylärajana on nykyisin noin 0,50 Dmk m³:ltä. Koska kaupunkien resurssit säännöllisesti ovat suurempia kuin maalaiskuntien, vain jälkimmäisille myönnetään nykyisin merkittävimpiä avustuksia uusien laitosten juoksevien menojen hoidossa niin kauan, kunnes menot voidaan peittää vesimaksuin.

Kansallisen raportin laatija on sitä mieltä, että veden hintaa 1 Dmk/m³ voitaisiin pitää sosiaalisesti hyväksyttävänä ja että valtion tulisi edistää vararahastojen muodostamista nykyisiin laitoksiin määräämällä veden hinnat sen mukaisesti.

D. Toiminnassa olevat vesilaitokset on organisoitava uudelleen ja laajennettava, missä tämä ei ole mahdollista, uusia paikallisia ja alueellisia laitoksia rakennetaan tai tulisi rakentaa. Nykyisin rajoittuu yksinomaan paikallisia tarpeita palvelevien laitosten rakentaminen pieniin erillisiin maalaiskuntiin. Suuret kaupungit saavat lisävetensä useimmiten

alueellisista laitoksista. Harvalukuisten, suurten vesiesiintymien saamiseksi tarkoituksenmukaiseen käyttöön, kaupungit ja maalaiskunnat organisoidaan ottamaan vetensä alueellisilta laitoksilta, vaikka hankkeiden toteuttamiskustannukset tällä hetkellä olisivatkin suuremmat kuin erillisinä laitoksina.

Erityisesti vanhat pienet laitokset tuottavat laadultaan epätasaista vettä kemiallisen käsittelyn ollessa kysymyksessä. Raportin laatijan käsityksen mukaan kaikkien vesilaitosten tulee kuitenkin olla samalla hygieenisellä, kemiallisella ja teknillisellä tasolla (automaatiota lukuunottamatta pienissä laitoksissa), ja kaikkien vanhojen laitosten toiminta olisi järjestettävä tämän mukaisesti. Sanottu koskee erityisesti laitosten taloutta ja teknillistä hoitoa.

Pienet laitokset eivät kustannussyistä voi ylläpitää riittävän pätevää henkilökuntaa ja tämä epäkohta on poistettava. Pienten erillisten laitosten järjestäminen alueelliseksi, jolloin käytettäväksi saadaan riittävän päteviä asiantuntijoita, toisin sanoen laitoksen teknillisen ja taloudellisen hoidon varmistaminen, on myöskin taloudellisesti edullista, koska uudelleenorganisoinnin tuottama hyöty peittää kustannukset runsaasti. Ensimmäisenä vaiheena ovat olleet vapaaehtoiset yhdistykset. Jo tällainen löyhäkin organisaatiomuoto on osoittautunut menestykselliseksi, vaikka se on täysin vapaaehtoinen. Kansallisen raportin laatija on monien muiden asiantuntijoiden kanssa samaa mieltä siitä, että pienet laitokset olisi ryhmitettävä alueellisiin, lakisääteisiin yhtymiin. Koska laki ei pakota vesilaitosten uudelleenryhmittämiseen, on kysymyksestä tullut mutkikas. Yhtymät, joiden tarkoituksena on ottaa hoitaakseen olemassa olevat pienet laitokset, on määriteltävä alueellisesti tarkoituksenmukaisesti. Tässä yhteydessä on ensiarvoisen tärkeää laitoksen henkilökunnan tarkoituksenmukainen käyttö.

Alueellisen vesilaitoksen rakentamisen rahoitusvaikeudet tekevät välttämättömäksi tutkia taloudellisuuskysymyksiä perusteellisesti jo suunnitteluvaiheessa. Monista huomioonotettavista tekijöistä mainittakoon seuraavat:

Pääjohtojen rakentamiskustannuksia voidaan alentaa, mikäli tarvittava vesimäärä voidaan johtaa niin tasaisesti kuin mahdollista ym-

päri vuorokauden. Kulutuksen paikalliset vaihtelut voidaan tyydyttävämmiin tasoittaa varastosäiliöillä, jotka sijoitetaan niin lähelle kulutuskeskuksia kuin mahdollista.

Kaupungit ja teollisuuslaitokset toimivat yhteistyössä suhteellisen vähän vettä käyttävien ympäristöalueittensa kanssa.

Huippukuormituksia varten voidaan paineenlisäyspumppuja sijoittaa pääjohdon sopiviin kohtiin. Painelisäyspumppujen asentaminen on suhteellisen halpaa ja lisäenergiaa tarvitaan vain huippukuormitustilanteissa.

Teollisuuslaitoksissa voidaan vedenkulutuksen vaihtelut tasoittaa tyydyttävästi sopivin toimenpitein.

Vaikeissakin olosuhteissa voidaan päästä edulliseen taloudelliseen tulokseen edellyttäen, että kaikki osapuolet ymmärtävät yhteisen edun ja osallistuvat kustannuksiin osuutensa mukaisesti.

Kansallisen raportin laatija pitää vedenottopaikkojen suojaamista eräänä valtion ja vesilaitosten tärkeimmistä tehtävistä. Laitosten olisi käytettävä vaikutusvaltaansa enemmän kuin näihin asti ja käytettävä hyväkseen kaikki lain tarjoamat keinot torjuakseen jätevesien, öljytuotteiden ja vastaavien tekijöiden aiheuttaman vaaran. Velvollisuus tähän johtuu vesilaitoksen itselleen ottamasta vastuusta. Kaupunginjohtaja, joka ei ole asiantuntija, voi delegoida vastuunsa liittämällä kuntansa alueelliseen yhtymään, kuten edellä kuvattiin. Raportin laatija pitää lakisääteisiä yhtymiä, joissa kaupunki ja maalaiskunnat ovat suoranaudessa yhteistyössä, parempana alueellisen laitoksen ratkaisuna kuin suorastaan valtion omistamaa laitosta tai muuntyyppisiä yhtymiä.

E. Mitä tulee uusien alueellisten laitosten rajanvetoon, asiaan vaikuttaa niin monta erilaista tekijää eri yksityistapauksissa, ettei niitä voi lähemmin eritellä tässä yhteydessä.

F. Kaupunkien vesi-, kaasun-, ja sähkölaitokset voidaan yhdistää saman teknillisen ja taloudellisen johdon alaisuuteen edellyttäen, että vesilaitoksella, jonka tehtävä on tärkein, on mahdollisuus pysyä kehityksen

ja vaatimusten tasalla. Vesilaitoksen johtajan olisi oltava vesihuoltokoulutuksen saanut insinööri. Jos tätä vaatimusta ei voida täyttää, vesilaitoksen olisi oltava alueellisen organisaation alaisena. Raportin laatijan käsityksen mukaan vesi- ja viemärilaitoksen tulisi olla saman johdon alainen.

G. Putkijohtojen kuormituksia, erilaisten putkiaineiden ominaisuuksia ja kehittämistä, syöpymiskestävyyttä sekä myöskin liitostapoja olisi edelleen tutkittava, sitäkin suuremmalla syyllä, koska alueellisissa laitoksissa putkijohtojen kustannukset nousevat 70 - 90 %:iin koko rakennuskustannuksista.

7. Englanti

Englannin virallinen vesipolitiikka vaikuttaa siinä määrin maan vesilaitosten organisaatioon, että on syytä ensin selostaa vesipolitiikkaa, sen alullepanoa ja tarkoituksia.

Kansallinen vesipolitiikka

Kansallisen vesipolitiikan tarpeellisuus ja sitä koskevan lainsäädännön välttämättömyys esitettiin vuonna 1944, jolloin hallitus julkaisi tiedotuksen "Kansallinen vesipolitiikka".

Tiedotuksessa sanotaan: Tässä maassa on runsaasti vettä kaikkiin tarkoituksiin. Kysymys ei ole vesivarojen määrästä, vaan organisaatiosta ja jakelusta. Se on tavattoman vaikea tehtävä, eikä sen monitahoisuutta useinkaan huomata. Perheenemännille on yksinkertaista vain avata hana, tämän yksinkertaisen toimenpiteen takana on kuitenkin tavaton määrä organisointia, työtä, kustannuksia ja ammattitaitoa, joka on tarvittu hänen käyttämänsä veden hankkimiseen ja jakeluun. Hallituksen ehdotukset pohjautuvat kolmeen periaatteeseen:

a. vesilaitosten toimintaa valvotaan, mutta valvontaa tehostetaan tai muita muutoksia tehdään ainoastaan, jos siten päästään parempiin tuloksiin tai kustannuksia säästyy.

b. Vastuu vesihuollosta on ylemmällä tasolla ministerin ja viime-

kädessä parlamentin, alemmalla tasolla paikallisten viranomais-
ten.

- c. Kansallinen etu on paikallista etua tärkeämpi, mutta kaikilla, joitten etua vesiasiaain järjestelyt koskevat, on mahdollisuus esittää asiansa ministerille tai tarvittaessa parlamentille.

Tiedoituksessa oli esitetty vesilaitosten ryhmittämisestä suuremmiksi yksiköiksi seuraavaa:

"Toinen heikko kohta on vesilaitosten lukuisuus". Laitosten suuresta lukumäärästä seuraa, että niiden yhteensulautumista olisi syytä kehittää nykyistä pitemmälle ja nopeammin, tarvittaessa pakkokeinoinkin, jotta niiden hoito tehostuisi ja kustannukset alenisivat. Hallituksen tiedoituksessa esitetyt näkökohdat saivat lainvoiman vesilain muodossa vuonna 1945.

- a. Terveysministeri velvoitettiin edistämään vesihuoltoa ja vesiensuojelua.
- b. Ryhdyttiin toimenpiteisiin alueellisten selvittelyjen laatimiseksi sekä nykyisestä että tulevasta vedentarpeesta ja vesivaroista ja ehdotusten laatimiseksi tulevaisuuden tarpeita silmälläpitäen.
- c. Eräs tärkeimmistä määräyksistä koskee paikallista organisaatiota ja vesipolitiikkaa, mitä Englannissa nyt kutsutaan nimellä "Vesilaitosten uudelleenryhmittely". Tämä antaa ministerille valtuudet määrätä joko asianomaisten vesilaitosten aloitteesta tai omasta aloitteestaan kaksi tai useampia vesilaitoksia muodostamaan yhteisen vesilaitoksen, muodostamaan yhteistoimintakomitean laitosten yhteenliittämiseksi tapauksissa, jolloin mikään vedenkäyttäjä ei ole kunnallinen vesilaitos (kun käyttäjät ovat esim. teollisuuslaitoksia tai yksityisiä vesilaitoksia), tai siirtämään vesilaitosten hallinnon viranomaiselta toiselle.

Vesilaitosten uudelleenryhmittely

Koska uudelleenryhmittely edistyi sangen hitaasti, niin vuonna 1956 asuntotuotanto- ja paikallishallintoministeri, jolle vesiasiat tällä välin oli siirretty, ilmoitti kaikille vesihuollosta vastuussa oleville viranomaisille käsityksenään, että laitosten uudelleenryhmittelystä oli tullut erittäin tärkeä asia. Ministeri korosti tätä seikkaa todeten:

"Perimmäisenä tavoitteena tulee olla maan vesivarojen mahdollisimman tehokkaan käytön edistäminen ja sekä määrältään että laadultaan kuluttajien toivomusten mukaisen vedenhankinnan järjestäminen luotettavalla tavalla mahdollisimman taloudellisesti. Nykyisissä oloissa näihin tavoitteisiin tuskin päästään, jolleivät vesilaitokset ole niin suuria, että vesivarat voidaan edullisimmin ottaa käyttöön, että suurimmatkin rakennusvaiheet voidaan rahoittaa ja valvoa ja että laitokseen voidaan palkata asiantuntijavoimia (insinöörejä, kemistejä, tilimiehiä), joita tarvitaan laitoksen luotettavaa ja taloudellista johtoa varten".

Uudelleenryhmittelyn suuntaviivoiksi ministeri antoi esimerkit, kuten:

- a. Useammat paikalliset kunnalliset laitokset voivat muodostaa yhteistoimintaelinen, taikka jo toimiva yhteistoimintaelin voi laajentaa rajojaan ottamalla mukaan laitoksia ulkopuoliselta alueelta.
- b. Kaksi tai useampia vesilaitoksia voidaan kokonaan sulattaa yhteen. Uudelleenryhmittelyn vaikutuksesta vesiviranomaisiin ministeri sanoi:

"Uudelleenryhmittelyä on toisinaan vastustettu sillä perusteella, että se aiheuttaa suuremmat pääoma- ja hallintokustannukset ja joutaa korkeampaan veden hintaan. Kuitenkin on uusien ja toimintakykyisempien yritysten tarjoamaa palvelun hintaa verrattava niihin kustannuksiin, mitä kullekin alkuperäiselle laitokselle olisi aiheutunut samantasoisesta palvelusta.

Erityisongelmia esiintyy silloin, kun osalla yhteenliittyvistä laitoksista on runsas ja halpa vesi samalla kuin toisilla on vesi kalliimpaa taikka näköpiirissä on lisäkustannuksia ennen kuin laitos toimii tyydyttävästi. Sellaisissa tapauksissa saattaa olla paikallaan halvan veden alueen vedenkäyttäjiä kohtaan, että sopimuksessa

varaudutaan antamaan heille määrääjaksi vettä halvemmallalla kuin kalliin veden alueella".

Vuonna 1958 ministeri totesi kaikille vesiviranomaisille osoittamassaan kiertokirjeessä, että uudelleenryhmittelynopeutta olisi kiirehdittävä. Samalla hän esitti käsityksiään eräistä yksityiskohdista kuten esim. hankilökuntakysymyksistä todeten, että uudelleenjärjestettyjen laitosten tulisi olla kyllin suuria palkkaamaan ainakin yhden vesi-insinöörin ja tavallisesti myös ainakin yhden hallinnollisen hankilön.

Tukkumyynti

Vedenottopaikkojen valvonta ja veden jakelu yleisölle olisi yleensä hoidettava saman laitoksen piirissä. Joskus saattaa olla paikallaan, että suurimpien esiintymien käyttöönoton ja veden tukkumyynnin niistä hoitaa erillinen yhtymä toimittaen veden varsinaisille jakelulaitoksille, mutta sellainen kaksivaiheinen systeemi saattaa olla työvoiman ja veden tuhlausta.

Talous

Ministeri korostaa, että kustannusvertailu voidaan tehdä vain samaa tasoa olevien laitosten kesken ja toteaa käsityksenään, että uudelleenryhmittely aikaamyöten säästää sekä kustannuksia että ammattimiesten tarvetta.

Water Division of the Ministry of Housing & Local Government (Asuntotutanto- ja paikallishallintoministeriö, vesiosasto) antaa vesihuoltoa, viemäritöitä, jätevesien johtamista ja vesiensuojelua koskevat asetukset, valvoo, että vesilaitoksia hoidetaan tyydyttävällä tavalla, huolehtii vesivarojen suojelusta ja seuraa, että vesilaitokset noudattavat koordinoitua vesipolitiikkaa.

Vesipolitiikan yleinen suunnittelu ja osaston yleinen valvonta kuuluu osaston johtajalle. Osaston teknillisen hankilökunnan asiana on avustaa ja opastaa puhtaasti teknillisissä kysymyksissä. Osaston työ on pääasiallisesti keskittynyt paikallisten viranomaisten vedenhankintasuunnitelmien tutkimiseen ja hyväksymiseen. Työhön kuuluu myöskin viemäröinti ja viemäriveden käsittelysuunnitelmien käsittely.

A. Noin 98 % Englannin väestöstä saa juomavetensä yleisistä vesilaitoksista.

Vuonna 1956 oli 1026 vesilaitosta, mutta 26 näistä toimitti 50 % käytetystä vedestä. Maaliskuussa 1960 laitosten kokonaismäärä oli uudelleenryhmittämisen kautta vähentynyt 808:aan. Lopullisena tavoitteena on uudelleenryhmittelyn kautta vähentää laitosten määrä 200 - 300:aan koko Englannissa.

B. Periaatteessa pienten vesilaitosten on täytettävä samat vaatimukset kuin suurtenkin. Mitä tulee kaikkein pienimpiin laitoksiin, niin niissä voidaan sallia alempi teknillinen taso.

Käytäntöön kuuluu, että paikallisille vesiviranomaisille jätetään mahdollisimman suuri osa valvonnasta. Ministeriö ei voi valvoa kaikkien laitosten hallintoa ja käyttöä, vaikka sekä vesilaki vuodelta 1945 että terveydenhoitolaki antavat ministeriölle toimintavaltuudet laiminlyönnin sattuessa. Jos vesilaitos ei pysty huolehtimaan kunnollisesta veden jakelusta, mikä heille lain mukaan kuuluu, ministeriö voi järjestää julkisen katselmuksen asiasta.

Vesilaitoksen saadessa rahallista avustusta ministeriöstä tai paikallisten viranomaisten esittäessä laina-anomuksen laitostaan varten, ministeriö varmistautuu siitä, että laitos on asianmukaisesti suunniteltu. Tällaisessa tapauksessa ministerillä on valvontaoikeus rahallisissa kysymyksissä.

Vesilaitoksen anoessa lupaa lisäveden ottoon, on tähän saatava joko parlamentin hyväksyminen tai ministeriön antama lupa. Vesilaitokset eivät voi korottaa veden ylintä myyntihintaa ilman ministeriön lupaa.

C. Laitoksen perustamis- ja käyttökustannukset riippuvat vähemmän siitä, onko se paikallinen vai alueellinen kuin siitä, millainen on sen sijainti, millaisia ovat lisäveden saantimahdollisuudet, käytettävissä olevien vesivarojen antoisuus, väestön tiheys ja jakaantuminen ja millainen on liittymisprosentti.

Jos alueellisen vesilaitoksen piiriin kuuluu suuri kaupunki, vesilai-

toksen ulottaminen koko alueelle ei useinkaan maksa paljoa enempää kuin pelkän kaupungin vesilaitos.

Yleensä ollaan yhtä mieltä siitä, että teknillisissä kysymyksissä saavutetaan säästöjä laitosten uudelleenryhmittelyllä, mutta kustannusten väheneminen hallinnollisella puolella ei ole yhtä selvää. Siirtymisvaihe, jolloin rationalisointimahdollisuuksia ei ole ehditty käyttää hyväksi, muodostuu usein kalliiksi.

Alueellisten laitosten tarjoamat edut eivät ole sen monipuolisempia kuin paikallistenkaan, mutta ne ovat korkeampaa tasoa.

Kaikille vesilaitoksille voidaan myöntää valtion avustuksia vesilaitosten ylläpitämiseen tai parantamiseen. Ennen päätöksen tekoa ministeriö ottaa huomioon asianomaisen laitoksen veden hinnan ja kyseessä olevalla alueella yleensä vallitsevat hinnat. Myöskin lääninhallitukset (County Council) voivat myöntää avustuksia maalaiskuntien ja harvaan asuttujen alueiden vesihuollon parantamiseen. Kunnallisten vesilaitosten ei ole pakko nostaa veden hintaa riittävän korkeaksi, jollei ministeriö niitä siihen määrää veronmaksajien hakemuksesta. Monet kunnat pitävät vesihuoltoa terveydenhoitoalaan kuuluvana ja täyttävät vesimaksujen kannon jälkeen jääneen vajauksen verovaroin. Useammat kunnat pyrkivät korottamaan vesimaksuja kustannuksia vastaavalla tavalla.

D. Englannin vesipolitiikkaa on selostettu jo edellä. Monia toimivia vesilaitoksia pidetään liian pieninä, koska ne eivät voi palkata pätevää teknillistä henkilökuntaa ja koska käytettävissä olevat vesivarat tulevat paremmin hyväksikäytettyä, jos laitokset ryhmitellään uudelleen.

Varojen niukkuus on harvoin esteenä teknillisesti ja hygieenisesti moitteettoman laitoksen rakentamiselle, mutta pienten vesilaitosten on usein taloudellisista syistä erittäin vaikea ryhtyä suurempiin laajennuksiin toimivissa laitoksissa, kun laajennukset ovat suotavia tai välttämättömiä. Suuremmassa laitoksessa kalliitten parannustöiden kustannukset jakautuvat laajemmalle alueelle ja lainankin saanti on helpompaa.

Veden lisääntyvä käyttö maatalouden ja teollisuuden tarkoituksiin aiheuttaa helposti kulutushuippuja, joita pieni laitos ei voi hoitaa. Vesilai-

tosinsinöörille osoitettu tiedustelu antoi tulokseksi, että uudelleenryhmittelyä kannatetaan jokseenkin yksimielisesti. Varaukset koskivat uudelleenryhmittelyn laajuutta. Yleisesti viitattiin niihin haittoihin, mitä seuraa yksikköjen kasvamisesta kömpelön suuriksi. Mahdollisimman tehokas yhteistyö vesilaitosten kesken hyväksyttiin yleisesti, mutta jokseenkin kaikki korostavat, ettei yhteistyö korvaa perusteellista uudelleenryhmittämistä. Mitä tulee yhteiseen teknilliseen toimistoon ja laboratorioon, vallitseva käsitys näyttää olevan, ettei tästä ole paljon hyötyä, jos osakslaitokset ovat liian pieniä ylläpitääkseen toimistoa yhteisesti taikka kykenemättömiä tai haluttomia panemaan sen suosituksia täytäntöön. Kun uudelleenryhmittely on suoritettu, ovat vesilaitokset riittävän suuria kustantaakseen kukin omat laitoksensa.

Veden tukkumyynti ollaan valmiit hyväksymään erityisissä olosuhteissa, joissa tarve on ilmeinen. Erityiseen tukkumyyntiyhtiöön suhtaudutaan erittäin varauksellisesti, tämä olisi laitos, joka hankkisi vettä ja toimittaisi sitä varsinaisille jakelulaitoksille. Tämä saattaa joissakin tapauksissa olla hyväksyttävä ratkaisu, kun useampi suuri vesilaitos yhteisesti ottaa käyttöön suuremman esiintymän, mutta yleisesti ollaan sitä mieltä, että koko vedenjakelu lähteistä jakeluverkkoon tulisi olla yhden laitoksen hoidossa.

E. Alueellisen vesilaitoksen edullisinta kokoa on vaikea määritellä, koska asiaan vaikuttavat niin monet maantieteelliset ja hydrologiset tekijät, väestö jne.

Englannin kansallisen raportin laatija ilmoittaa, että eräs hänen kuulemansa ehdotus alueellisen vesilaitoksen sopivasta koosta oli vähintään 100 000 asukasta enintään 50 km:n säteellä.

Englannissa esitetyt käsitykset toivottavasta väestömäärästä vaihtelevat 250 000 - 1 000 000 riippuen osaksi siitä, missä määrin alueella on suuria kaupunkeja, mutta yleensä arveltiin, ettei näitä lukuja voi soveltaa harvemmin asutuilla alueilla, missä rajan asettaa jakelun piiriin tulevan alueen laajuus.

F. Englannissa ollaan yhtä mieltä siitä, että vesilaitosta ei tulisi yhdistää kaasu- ja sähkölaitokseen. Näennäisestä yhtäläisyydestä huo-

limatta laitokset ovat sangen erilaisia, vesihuollon edut tulevat parhaiten valvotuksi erillisissä laitoksissa. Pitkälle viety erikoistuminen sellaisenaan estää laitosten yhdistämisen. Eräiden käsitysten mukaan yhteistoimintaa voitaisiin kehittää esim. johtolinjojen rakentamisessa ja mittarien lukemisessa.

Tässä yhteydessä voidaan todeta, että vesien suojelu, virtaamien säännöstely, viemärointi ja jätevesien käsittely jollakin alueella oli hoidettava keskitetysti.

G. Kansallisen raportin yhteenvedo. Nykyinen virallinen vesipolitiikka sellaisena kuin sen vuoden 1945 vesilaki määrittelee ja erityisesti vesilaitosten uudelleenryhmittely on Englannin vesi-insinöörien käsityksen mukaan omiaan edistämään vesivarojen tehokkainta mahdollista käyttöä ja varmistamaan kuluttajille heidän tarvitsemansa veden määrän ja laadun taloudellisimmalla mahdollisella tavalla.

8. Iran

A. Niukasti yli 13 % väestöstä on liittynenä vesilaitoksiin. Toiminnassa on vain paikallisia laitoksia.

B. Periaatteessa samat laatuvaatimukset asetetaan kaikille laitoksille kokoon katsomatta. Terveystoiministeri vastaa vesilaitosten toiminnasta ja valvoo sitä.

C. Pienemmissä kylissä juomaveden jakelu on maksutonta. Jos kiinteistö on liitetty putkella vesijohtoverkkoon, siitä peritään maksu. The Iranian Oil Company kustantaa vesilaitosten rakentamisen öljyalueen kaupunkeihin. Muissa kaupungeissa rakentaa valtio vesihuoltolaitoksen rahoittaen sen osaksi öljy-yhtiöltä saaduin varoin, osaksi lainoin. Kunnat maksavat puolet vesilaitostensa kustannuksista.

D. Vesihuollon uudelleenjärjestely on välttämätöntä. Nykyisellään eivät kunnat voi taata laitosten kunnollista hoitoa. Taloudellisen asemansa vuoksi niillä ei ole riittävästi teknillisesti koulutettua henkilökuntaa.

Kaikkien vesilaitosten olisi kuuluttava ylempään organisaatioon, joka

voisi niitä avustaa. Maan jakaminen vesihallinnollisiin alueisiin olisi paikallaan.

E. Kansallisen raportin laatija korostaa, että suuri osa väestöstä ei ymmärrä riittävän vesihuollon merkitystä. Veden käyttö asukasta kohti vaihtelee 20 - 180 l/vrk.

Maaseutuväestön matala tulotaso estää kunnollisen vesihuollon rahoittamisen.

9. Israel

A. Jokseenkin koko väestö (2,1 milj.as. vuonna 1959) on liittynään yleisten vesilaitosten verkkoon.

Israelissa on sekä paikallisia kunnallisia laitoksia että alueellisia vesilaitoksia. Ensinmainittu kuuluu joko kunnalle taikka maatalousyhtymälle (Kibbutsh), jälkimmäinen valtiojohtoiselle, voittoa tuottamattomalle yhtiölle (Mekoroth), jonka päätarkoituksena on jakaa kasteluvettä. Useat kunnalliset laitokset on nykyisin liitetty johonkin valtioyhtiön alueelliseen laitokseen ja saavat sieltä lisävettä, jotkut saavat näin kaikenkin vettä. Valtioyhtymien jakama vesi muodosti vuonna 1960 55 % koko käytöstä ja 18 % johtoveden käytöstä.

B. Väestön terveys ja hyvinvointi riippuu riittävien hygieenisten ja teknillisten normien noudattamisesta, eikä tässä suhteessa voida tehdä eroa pienten ja suurten laitosten kesken.

Israelin paikalliset laitokset saavat useimmiten veden porakaivoista, joiden vesi on juomakelpoista, joskaan ei muissa suhteissa aina moitteetonta (hiekkapitoisuus, floridipitoisuus jne.). Vaikka laitokset ovat pieniä, ne pystyvät silti täyttämään kohtuulliset teknilliset vaatimukset. Kuitenkaan ne eivät aina voi laajentaa toimintaansa asukasluvun mukaisesti.

Valtioyhtymät voivat kustantaa ja palkata vesialan insinöörejä ja tutkijoita, ylläpitää laboratorioita, vastaavia käsittelylaitoksia jne. Niillä on pätevä teknillinen henkilökunta, joka suhteessa ajanmukainen varustus, suuret varaosavarastot, työpajat jne.

Vesilaitosten valvonta jakautuu useampien valtion viranomaisten kesken.

Tärkein vesiviranomainen on maatalousministeriö, joka edustaa suurinta vedenkäyttömuotoa (kastelu). Sen edustajana vesiasioissa on vesiasiain valtuutettu, joka valvoo vesistöjen hyväksikäyttöä sekä tuhlauksen että likaantumisen estämiseksi. Vesivaltuutetun virastoon kuuluu maatalousvesiosaston ohella insinööriosasto, joka valvoo kaupunkiasutuksen ja teollisuuden vesihuoltoa, vesihuoltolaitosten rakenteita, jakeluveden mitausta ja viemäröintiä (ainoastaan viemäriveden uudelleenkäyttöä).

Terveystieteiden ministeriö valvoo veden laatua hygieeniseltä kannalta. Sen valvonnassa on myöskin viemäriveden käyttö kastelutarkoituksiin jne.

Valtion tilintarkastaja ja sisäasiainministeriö valvovat vesilaitosten taloutta.

C. Paikallisten ja alueellisten vesilaitosten investointitarpeissa ja menoissa on merkittäviä eroja, jotka johtavat halvempaan veden hintaan paikallisissa laitoksissa. Syynä ovat:

- a. Paikallislaitokset käyttävät välittömässä läheisyydessä olevia vesilähteitä, alueelliset laitokset kaukaisempia ja vähemmän antoisia vedenottopaikkoja.
- b. Talouskäytön kulutushuiput ovat pienempiä kuin kastelupuolella esiintyvät. Tämän lisäksi kasteluveden jakelu on käynnissä vain noin puoli vuotta.

Koska investoinnit ovat riippuvaisia kulutushuipuista, mutta vesikuutiota kohti lasketut pääomamenot riippuvaisia laitoksen käytön tasaisuudesta, on ilmeistä, että ensisijassa kastelutarkoituksia palvelevat alueelliset laitokset ovat suhteellisesti epäedullisemmassa asemassa.

Yleisesti ottaen veden hinta ei peitä laitoksen menoja kokonaan. Paikallisissakin laitoksissa budjetin tasapainoitus on näennäinen, koska mahdollinen vaje peitetään kunnan budjetin muilla varoilla. Valtioyhtymät saavat suoranaisia avustuksia valtiolta tai muilta kansallisilta järjestöiltä. Lisäksi tulevat epäsuorat avustukset, korottomat lainat ja hal-

vempi sähkön hinta jne. Valtioyhtymätkin esittävät mielellään alhaisia veden hintoja: Pitkät laitteiden kuoletusajat (48 vuotta, vaikka keski-ikä on vain 25 vuotta) jne., ovat teollisuudessa eräs kustannusten alentamiskeino.

D. Olemassa olevat paikalliset laitokset liittyvät vähitellen valtioyhtymään taikka ovat sen kanssa yhä kiinteämmässä yhteistyössä. Joissakin tapauksissa vesihuolto on useamman rinnakkaisen laitoksen hoidossa ja tällaiset laitokset sulautetaan vähitellen yhteen.

Pitkälle tulevaisuuteen ulottuvan yleissuunnitelman Israelin vesivarojen kehittämisestä on laatinut valtion suunnittelutoimisto. Suunnitelma toteutetaan asteittain valtionyhtymien työnä. Tätä organisaatiota ei ole suunniteltu muutettavaksi.

Mitään radikaalisempia uudelleenjärjestelyjä ei muutenkaan ole suunnitteilla.

Hydrologiset tekijät vaikuttavat paikallisten ja alueellisten laitosten yhteistyön tarpeellisuuteen.

Muutamissa paikoissa on erillisten rinnakkain toimivien vesilaitosten yhdistäminen näköpiirissä. Missä esikaupunkiluontoinen asutus on kasvanut yhteen suuremmaksi kokonaisuudeksi, on tarpeetonta säilyttää vesihuoltolaitokset hallinnollisesti erillisinä. Tällainen keskitystoimenpide suoritettiin hiljakkoin Haifassa.

Tel Avivin alueella on suunnitteilla useamman kaupungin yhteistyö, joka tarkoittaa lähinnä viemäröinnin hoitamista. On todennäköistä, että vesilaitos järjestetään vastaavalla tavalla.

Alueelliset vesilaitokset toimittavat veden tukkumyynnin joillekin kaupungeille, jotka jakavat sen edelleen oman verkostonsa välityksellä. Kunnallinen vesilaitos hoitaa talojohdot, mittarit sekä vesimaksujen keräämisen. Tällä tavoin on asia hoidettu Haifassa, Jerusalemissa jne. Jotkut kunnat ovat jopa luovuttaneet kaivonsa alueellisen vesilaitoksen hoitoon.

E. Kaikki tärkeimmät alueelliset vesilaitokset kuuluvat valtionyhtymille. Näitä on kaikkiaan 6 ja kukin niistä jakautuu suurempaan määrään vesilaitospirejä. Suunniteltaessa alueellisten laitosten toimialueen laajentamista otetaan huomioon seuraavat tekijät:

- a. Jokaisen alueen on muodostettava maantieteellinen kokonaisuus (samanluontoinen topografia, ilmasto jne.)
- b. Puhtaasti teknillis-käytännölliset näkökohdat (tehokas käyttö, ylläpito jne.).
- c. Osakslaitosten määrää rajoittavat hallinnolliset ja psykologiset seikat, kuten osakslaitosten haluttomuus olla mukana alueellisissa hankkeissa, joihin kuuluu taloudellisesti epäedullisia, kaukaisia alueita.

Alueellisten laitosten koko rajoittavana tekijänä saattaa olla kasteluveden hinta, joka kannattavuussyistä ei saisi ylittää 50 Israelin puntaa (noin 250 mk) 1000 m³:ltä.

G. Useimmat vesilähteet ovat maan pohjoisosissa, kun kastelua tarvitsevat maat sitävastoin ovat etelässä, missä ilmasto on aridinen ja sateen määrä niukka. Eteläisten alueiden väestö on välittömästi riippuvainen sekä juomaveden että kasteluveden tai käsitellyn viemärivereden siirtämisestä pohjoisesta. On suunniteltu suuri vedenhankintajärjestelmä, Jordani-Negevin suunnitelma, jonka oleellisena osana on suuri vesijohto pohjoisesta etelään, joka myöskin tulee yhdistämään aikaisemmin mainitut 6 alueellista vedenhankintajärjestelmää. Vastikään on valmistunut suunnitelma Tel-Avivin alueen viemärivereden käsittelymisestä lammikoimalla rannikon hiekka-alueilla. Käsittelyn jälkeen vesi suodatetaan tekopohjavedeksi, otetaan kaivojen avulla käyttöön ja johdetaan juomavetenä etelään, jolloin ei tarvitse rakentaa kahta järjestelmää, joissa toisessa olisi juomavettä ja toisessa vain kasteluun kelpaavaa vettä.

Maatalousväestön lisäksi muodostuu eteläisille alueille tulevaisuudessa myös kaupunkiluontoista asutusta. Suunnitelmiin kuuluu rakentaa tehtaita, joiden toiminta perustuu etelän maataloudellisiin tuotteisiin, kuten tekstiilitehtaita, jopa sokeri- ja alkoholitehtaita, jotka ovat suuria

juomaveden käyttäjiä. Ilmastosta johtuu, että ilmastointilaitteet ovat niin asuntojen kuin tehtaidenkin vakio varusteita ja lisäävät veden ominaiskulutusta. Taajamat tulevat olemaan hajallaan, paikalliset vesivarat niukkoja ja laitosten ylläpito ja kunnossapito sen vuoksi vaikeaa, mutta erittäin oleellista, koska jakelun keskeyttäminen aiheuttaa erittäin haitallisia seurauksia. Lyhyesti sanoen muodostettavan organisaation tulee täyttää ankarien olosuhteiden vaatimukset.

10. Japani

A. Japanin väkiluku on 91 miljoonaa, josta 41 % saa vetensä yleisistä vesilaitoksista, 3 % koulujen, sairaaloiden ja parantoloiden vesilaitoksista. Useammat vesilaitokset ovat paikallisessa omistuksessa ja kuuluvat joko kaupungille tai kylälle.

Noin 10 % väestöstä saa veden alueellisista laitoksista. Näitä laitoksia hoitavat lääninhallitukset tai varta vasten muodostetut organisaatiot.

B. Kaikkien vesilaitosten on kokoon katsomatta täytettävä samat lain edellyttämät vaatimukset, mitä tulee hygieeniaan, teknilliseen varustukseen ja talouteen. Käytännössä on kuitenkin melkoisia eroavaisuuksia suurten ja pienten laitosten kesken. Valtion avustuksella pyritään helpottamaan pienten laitosten vaikeuksia.

C. Pienen paikallisen laitoksen (400 - 4 000:een asukkaaseen) sekä rakennus- että käyttökustannukset ovat korkeampia kuin suurempien laitosten, joitten toiminta-alue on laajempi. Periaatteessa vesilaitoksen kaikki kustannukset on peitettävä vesimaksuin.

Valtio maksaa avustuksia, jos veden hinnat pienissä laitoksissa muutoin olisivat liian korkeat. Valtiolla on useampiakin avustumahdollisuuksia, joiden avulla voidaan estää vesilaitosta järkyttämästä asianomaisen kunnan taloutta.

D. Valtio pitää tärkeänä pienten laitosten yhdistämistä, jotta hallintoa ja hoitoa voitaisiin parantaa ja veden hintaa alentaa. Myöskin uuden vesilaitoksen perustamisen ollessa kysymyksessä valtio yleensä vaatii tut-

kittavaksi mahdollisuutta yhdistää se toisiin laitoksiin, mikäli olosuhteet suinkin sallivat.

Japanissa on myöskin todettu pienten vesilaitosten tyypilliset haitat: liian vähän pätevää henkilökuntaa, riittämättömät taloudelliset resurssit veden laadun valvomiseksi, laitoksen käyttöhenkilökunnan terveydentilan puutteellinen valvonta, vaikeudet desinfiointilaitteiden hoidossa jne.

Yhdistämällä niitten tehokkuutta voidaan parantaa. Pienten laitosten yhteisiä teknillisiä toimistoja tulisi perustaa. Monissa lääneissä pienillä vesilaitoksilla jo onkin suunnitelmia yhteistoiminnasta tässä suhteessa.

Parhaillaan useat vesilaitokset valmistelevat ja toteuttavat suunnitelmia uusien vedenottopaikkojen käyttöön ottamiseksi. Lähekkäin sijaitsevien suurten kaupunkien vesilaitosten yhdistäminen olisi toivottavaa, mutta tämänluontoisten hankkeiden toteuttaminen näyttää vaikealta.

E. Kaikkien uudelleenjärjestelyjen tulisi pyrkiä vesilaitoksiin, jotka ovat riittävän suuria palkatakseen pätevää henkilökuntaa ja täyttääkseen korkeat hygieeniset ja teknilliset vaatimukset. Yleisesti voidaan sanoa vesilaitoksista, mitä suurempi sen parempi.

F. Kansallisen raportin laatija ei kannata vesilaitoksen yhdistämistä kaasu- ja sähkölaitoksiin.

G. Väestö kasvaa ja teollisuus laajenee nopeasti. Kehitys on vilkkainta suurissa kaupungeissa.

Elintavat muuttuvat sekä kaupungeissa että maaseudulla. Vedenkäyttö lisääntyy nopeasti kaikkien näiden tekijöiden seurauksena. Kulutuksen kasvusta johtuen rakennetaan vuoristoalueelle runsaasti patoja. Niiden muodostamia järviä käytetään moniin tarkoituksiin. Varsin merkittäviä ja mutkikkaita järjestelyjä on suoritettava, jotta vesi saadaan kulutusalueille. Valtiovallan tulisi löytää oikeat perusteet kustannusten jakamiseksi osallistuvien kuntien kesken. Valtiovallan taholta odotetaan kaukonäköisiä toimenpiteitä vedenhankintakysymysten ratkaisussa.

11. Alankomaat

A. Alankomaissa on 11,5 miljoonaa asukasta ja väestön tiheys on 350 as/km²:llä. Noin 95 % väestöstä saa veden vesilaitoksista. Vuoden 1962 lopulla kaikissa kunnissa on vesilaitos.

Ennen vuotta 1912 rakennettiin ainoastaan paikallisia vesilaitoksia. Valtion vesihuoltoinstituutin perustaminen vuonna 1913 ja maakunnallisten vesihuoltoasetusten julkaiseminen vuosien 1920 - 1930 välillä olivat tärkeitä tekijöitä vesihuollon kehittämässä. Asetusten mukaan tarvitaan lupa vesihuoltolaitoksen perustamiseen ja toimialueen laajentamiseen alkuperäisen jakelualueen ulkopuolella. Tällä tavalla voimien hajoittaminen on estetty. Muutamiin maakuntiin perustettiin laajoja alueellisia vesilaitoksia. Vuoden 1925 jälkeen on perustettu ainoastaan muutamia paikallisia vesilaitoksia. Nykyisin toimivat 33 alueellista laitosta jakavat veden 38 %:lle väestöstä. Näitten laitosten toimialue käsittää yli 80 % maan pinta-alasta.

B. Kaikkien vesilaitosten on täytettävä korkeat hygieeniset vaatimukset. Monet pienet laitokset ovat takapajuisia varsinkin teknillisessä suhteessa, koska niiden taloudelliset mahdollisuudet ovat vähäiset ja asiantuntevaa henkilöstöä puuttuu.

Hygieeninen tilanne on kuitenkin yleisesti ottaen hyvä. Useimmat vesilaitokset (nimenomaan kaikki pienet paikalliset laitokset) käyttävät syvältä peräisin olevaa pohjavettä, joka on luotettavasti bakteeritonta. Kemiallinen käsittely ei aina ole niinkään moitteetonta. Valtion terveydenhoitoviranomaiset tarkastavat kaikkien vesilaitosten veden laadun useampia kertoja vuodessa. Jokseenkin kaikki ilman laboratoriota toimivat laitokset tutkituttavat vetensä vapaaehtoisesti Haagissa toimivassa, toisen maailmansodan aikana perustetussa laitoksessa, Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V. (KIWA).

Kaikki nekin laitokset, joilla on oma laboratorio, ovat yhteistoiminnassa KIWA:n kanssa.

C. Valtio on puuttunut vesilaitosten teknillisiin ja taloudellisiin asioihin erittäin vähän, eikä muutosta ole näköpiirissä.

Useimmat vesilaitokset ovat kuntien omistamia. Rahoitusasioissa kuntien tulee noudattaa korkeampien viranomaisten ohjeita ja valvontaa. Melkein kaikkien alueellisten vesilaitosten hallinnollinen muoto on osakeyhtiö, jonka käyttöpääoma jakautuu osakkeisiin. Osakkeita omistavat ainoastaan laitokseen liittyneet kunnat ja joissakin tapauksissa asianomaiset läänit. Tavallisista osakeyhtiöistä poiketen eivät vesilaitosyhtymät maksa veroa.

Liitántää kohti lasketut pääoma- ja käyttökustannukset ovat alueellisissa laitoksissa paljon korkeammat kuin paikallisissa. Sodan jälkeisenä aikana tämä ero on lisääntynyt.

Kaikkien vesilaitosten on peitettävä menonsa yksinomaan vesimaksuin. Välittömästi sodan jälkeen eivät alueelliset laitokset voineet kohtuullisin hinnoin järjestää liittymismahdollisuuksia kiinteistöille, joilla vielä ei ollut vesijohtovettä ilman, että valtio, läänit ja kunnat olisivat avustaneet laitoksia.

Valtion tuki saadaan joissakin tapauksissa suoranaishana avustuksena, mutta yleisesti ottaen vain osa (noin 67 %) tulot ylittävistä vuotuisista laajennuksista korvataan. Lääni ja kunnat maksavat jäljelle jäävän vajauksen.

Vuosi 1959 mukaan lukien on 260 000 kiinteistöä liitetty johtoverkkoihin viranomaisten rahallisen avun turvin. Valmistella on uudet ohjeet verkostoista erittäin kaukana olevien asumusten ja maatilojen liittämistä verkkoon. Ennen vuotta 1970 jokseenkin kaikki asuintalot ja maatilat voidaan yhdistää yleiseen vesilaitokseen.

D. Ominaiskulutus on nykyisin keskimäärin 125 l/vrk. Väkiluvun tuntuva lisääntyminen on todennäköistä, ja teollisuus laajenee niin, että asukasta kohti laskettu vedenkäyttö kokoanisuuressaan kolminkertaistuu 30 vuodessa.

Alankomaiden vesiolosuhteet ovat sangen mutkikkaat. Vesivarojen inventointi on suunnitteilla. Ainakin 60 % kokonaisveden käytöstä on nykyisin pohjavettä, mutta tulevaisuudessa huomattavasti suurempi osa tulee olemaan pintavettä. Pintavesien jatkuva likaantuminen on vaikea ongelma.

Vesilaitokset pystyvät huolehtimaan maan vesihuollosta vaatimuksia vastaavalla tavalla ainoastaan, jos ne suostuvat uudelleenryhmittelyyn. Uudelleenryhmittely on periaatteessa mahdollinen vuoden 1957 vesilain määräysten mukaan. Tässä laissa on määräyksiä vesihuollon uudelleenryhmittelystä sekä hygieenisestä ja lääketieteellisestä valvonnasta.

Vaikka olemassaolevien laitosten toimintaa pidettäisiinkin oikeutettuna, yhteistoiminta on monessa tapauksessa paikallaan veden otossa, kuljetuksessa ja varastoinnissa. Yhteistoiminnan laajentaminen tutkimuksen alalla, materiaalin hankinnoissa ja hallinnossa näyttää suositeltavalta.

E. Harkittaessa uudelleenryhmittelyn mahdollisuuksia on pidettävä mielessä, että Alankomaiden useimmissa kunnissa kaasu-, sähkö- ja vesilaitokset on hallinnollisesti yhdistetty lukuunottamatta suurimpia kaupunkeja. Tällaisten vesilaitosten talous poikkeaa riippumattomien vesilaitosten taloudesta, mikä on otettava huomioon laitoksia yhdistettäessä.

F. Alankomaissa ovat vedenhankinta ja viemäröinti kehittyneet erillisinä ja niiden valvonta kuuluu eri ministeriöille. On yhä ilmeisempää, että kiinteä yhteistyö näiden alojen kesken on välttämätöntä tiheään asutuksessa Alankomaissa. Koska mahdollisimman laajamittainen pohjaveden käyttö tulee aina olemaan tärkeää, on maaperä suojattava kaikelta likaantumiselta. Koska toisaalta yhä enemmän pintavettä joudutaan ottamaan vesihuollon tarkoituksiin, yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesien johtaminen pintavesiin on rajoitettava niin vähiin kuin mahdollista.

G. Hyvin erillisiä kiinteistöjä ja maatiloja ei yhdistetä yleisiin vesilaitoksiin, jos mahdollisuus hyvänlaatuiseen omakohtaiseen vesihuoltoon näyttää mahdolliselta. Monet laajat alueelliset laitokset ottavat tällaisissakin tapauksissa valvoakseen laitteiden toiminnan.

12. Norja

A. Noin 75 % väestöstä on liittynyt yleisiin vesilaitoksiin. Useimmat laitokset ovat luonteeltaan paikallisia, on vain yksi varsinaisesti ylekkunnallinen vesilaitos. Useampia alueellisia laitoksia on rakenteilla.

B. Periaatteessa kaikkien laitosten on täytettävä samat laatuvaatimukset.

Valtion terveystoimien on hyväksyttävä laitoksen vedenottopaikka, mikäli jakelupiirissä on vähintään 1000 asukasta.

Kunnat ovat välittömästi vastuussa laitosten teknillisestä suunnittelusta ja hallinnosta.

C. Paikallisten ja alueellisten laitosten rakennus- ja käyttökustannuksissa laskettuna liitääntä kohti ei ole suuria eroavaisuuksia. Vuotuiset kustannukset peitetään säännöllisesti vesimaksuin. Maalaiskunnissa toimivat vesilaitokset saavat avustuksia maataloushallitukselta.

D. Toimivat vesilaitokset eivät ole uudelleenryhmittelyn tarpeessa. Suunniteltujen alueellisten laitosten perustaminen johtuu pienten laitosten tyypillisistä vaikeuksista. Ne eivät pysty järjestämään toimintaansa tyydyttäväksi hygieenisessä eikä teknillisessä suhteessa, sillä niillä ei ole pätevää henkilökuntaa rahan puutteesta johtuen.

F. Kansallisen raportin laatijan käsityksen mukaan vesilaitosta ei tulisi yhdistää muihin julkisiin laitoksiin.

13. Puola

A. Puolan väestöstä (29 milj. asukasta) 32 % oli liittynyt yleisiin vesilaitoksiin vuonna 1958. Monet pikkukaupungit ja kylät, joissa on vähemmän kuin 5000 asukasta ja varsinaiset maalaishäyryt ovat ilman vesilaitosta.

Puolassa kiinnitetään suurta huomiota vesilaitosten laajentamiseen ja kehittämiseen. Vuonna 1965 noin 40 % väestöstä saa vetensä vesilaitoksilta. Silloin useampien kaupunkien ja taajamien asukkailla on käytettävissään puhdasta ja laadultaan luotettavaa juomavettä. Vuonna 1975 kaupungeissa ja taajamissa on 100 %:sti vesilaitokset. Samaan aikaan arvioidaan myös varsinaisen maaseudun kylissä olevan käytettävissä vesijohdot.

Alueellisten vesilaitosten jakelun piirissä on 3 miljoonaa asukasta ja

6,2 miljoonaa asukasta saa veden paikallisista laitoksista. Kansallisen raportin laatijan käsityksen mukaan alueelliseen laitokseen kuuluu kahden tai useamman hallinnollisen alueen piiriin ulottuva vesilaitos. Suurin alueellinen vesilaitos on Ylä-Schleesien teollisuusalueella. Muualla maassa on kaikkiaan 6 pienempää alueellista laitosta.

B. Vesilaitosten hygieniää ja teknillisiä varusteita koskevat ohjeet ja määräykset ovat samat niin pienillä kuin suurillakin laitoksilla. Tästä huolimatta käytännössä kuitenkin on suuria eroja suurten ja pienten vesilaitosten kesken. Jälkimmäiseen luokkaan kuuluvat muutamat pienet vanhat laitokset, joiden uudistaminen on käynnissä.

Kaikkien laitosten ylin valvonta kuuluu valtion terveydenhoitoviranomaisille. Teknillinen ja taloudellinen valvonta on paikallisten viranomaisten asia. Kaikki kunnalliset laitokset kuuluvat paikallishallinnon ministeriön valvontaan.

C. Paikallisten ja alueellisten laitosten eroavuus ei niinkään johdu kapasiteetin yksikköä kohti lasketuista perustamis- tai käyttökustannusten eroista, vaan laitosten koosta. Yleisesti ottaen ovat kustannukset yksikköä kohti korkeampia pienissä laitoksissa kuin suurissa.

Halvimman ja kalleimman laitoksen perustamiskustannusten suhde laskettuna kuutiometriä ja päiviä kohti on 1:6, edullisimman ja epäedullisimman laitoksen käyttökustannusten suhde kuutiometriä kohti kuoletukset mukaanlukien on 1:4.

Veden myyntihinnat ovat alhaisia. Budjetin vajaukset täytetään valtion avustuksin.

D. Tätä nykyä ei harkita mitään vesihuollon uudelleenjärjestelyä. Ei ole tarpeen yhdistää pieniä laitoksia alueellisiksi, jollei esim. veden niukkuus jollakin tietyllä alueella tee välttämättömäksi kaukaisempien lähteiden käyttöönottoa.

Kansallisen raportin laatija on kuitenkin sitä mieltä, että suurten, hyvinvarustettujen laitosten olisi avustettava ja autettava pieniä laitoksia. Tällainen yhteistoiminnan kehittämistyö pantiin alulle muutamia

vuosia sitten. Yhteistoimintaa on valmisteltava huolellisesti, sen lisäksi sen suuntaviivat on määriteltävä lailla.

Kunnalliset suunnitteluvirastot suorittavat vesilaitosten suunnittelun kaikissa yksityiskohdissaan. Investointiohjelmat valmistelee läänien ja kuntien liitto (National Council of countics and voivodships). Ohjelmat esitetään hallituksen hyväksyttäväksi. Kiinteää yhteistyötä suurten vesilaitosten kesken on pidettävä tavoittamisen arvoisena tiedon ja kokemuksen vaihtoa silmällä pitäen. Lisäksi edistetään vesilaitosten yhteistyötä suunnittelupuolella, esim. vaihtamalla määräajaksi käyttö- tai suunnitteluhenkilökuntaa.

E. Kansallisen raportin laatija korostaa, että laitoksen koko riippuu suuresta määrin hydrologisista, geohydrologisista ja taloudellisista tekijöistä.

Jos asutustaajama voi järjestää vedenhankintansa omakohtaisesti lähiympäristöön ja etäisyys taajamien kesken on suurehko (3...5 km) on halvempaa ottaa käyttöön paikalliset vesivarat kuin perustaa yhteinen vedenhankintajärjestelmä maaseudulle pitkin johtolinjoihin. Kilometri pääjohtoa esim. maksaa yhtä paljon kuin 100...300 m syvä kaivo, josta saadaan hyvälaatuista pohjavettä.

Edellä esitetyn vastakohtana on Ylä-Schleesia, jossa alueellinen vesilaitos antaa joka suhteessa edullisimman tuloksen. Sinne rakenteilla oleva alueellinen vesilaitos käsittää vuonna 1975 4000 km²:n alan.

F. Raportin laatija suosittelee vesilaitosten yhdistämistä samaan hallintoon viemärilaitokseen ja sisävesiliikenteen kanssa. Yhdistetty hallinto muitten yleisten laitosten kanssa käy laatuun ainoastaan pienissä yhdyskunnissa.

14. Espanja

A. 50 % Espanjan väestöstä saa vetensä vesilaitoksista. Useimmat laitokset ovat luonteeltaan paikallisia. Yksi sängen suuri alueellinen laitos on ollut toiminnassa jo yli 20 vuotta (Mancomunidad de los Canales del Taibida), joka lähitulevaisuudessa palvelee yli miljoonaa ihmistä. Kolme

muuta alueellista laitosta on rakenteilla, yksi alueellinen laitos on lisäksi suunnitteluvaiheessa. Muissakin suhteissa valtio on ollut sangen aktiivinen edistäessään uusien vesilaitosten rakentamista ja vanhojen parantamista. Vesirakennusasiain osastolla on monipuolinen tehtävä vesihuollon kehittämisessä.

B. Pienille ja suurille laitoksille asetettavat teknilliset ja hygieeniset vaatimukset eivät ole täysin samat. Tällainen asiointi ei enää pitkään voi tulla kysymykseen, tästä syystä laitosten uudelleenryhmittely on tarpeen. Valtion avustuksella rakennettujen ja perustettujen laitosten toimintaa valvotaan valtion toimesta.

C. Yleisesti ottaen alueellisten laitosten käyttökustannukset ovat pienemmät kuin paikallisten.

Viranomaiset maksavat huomattavia avustuksia uusien laitosten rakentamiseen ja vanhojen korjaamiseen, mutta ainoastaan mikäli laitokset ovat kunnallisia. Valtio ei osallistu laitosten käyttökustannuksiin.

D. Olemassa olevien laitosten uudelleenryhmittelyä ei ole ajateltu. Yksityisten yrittäjien omistamat ja hoitamat laitokset ovat vähitellen katoamassa, koska ne eivät enää pysty peittämään käyttökustannuksia ja pitämään laitoksiaan ajan tasalla. Tämän vuoksi kunnat hankkivat omistukseensa nämä yhtiöt ja saavat valtiolta avustusta niitten modernisointiin, jolloin veden ylin myyntihinta määrätään ja laitoksen hoitoa kontrolloidaan.

Pienet vesilaitokset käyvät laatuun tyydyttävästi, jos ne ovat riittävän yksinkertaisia. Jos raakaveden käsittely on monimutkaista taikka tarvitaan muita vaativimpia teknillisiä varusteita, alkaa pätevän henkilökunnan puute tuntua. Myöskin tästä syystä pidetään erittäin suotavana uusien alueellisten laitosten perustamista.

Uudet alueelliset laitokset, joiden hoito kuuluu vesirakennustöiden hallinnolle, toimittavat vettä tukkuhankintana useampiin kaupunkeihin ja taajamiin. Asianomaiset kunnat tai erityiset kuntain keskeiset organisaatiot hoitavat veden jakelun ja vesimaksujen kannon.

15. Ruotsi

A. Ruotsin pinta-ala on $450\,000\text{ km}^2$ ja väkiluku 7,4 miljoonaa (1959), josta väestön tiheydeksi saadaan ainoastaan 17 asukasta/ km^2 . Noin 75 % Ruotsin väestöstä on kaupunkimaisissa taajamissa. Taajamaväestön osuus nousee jatkuvasti.

Ruotsin kansallisesta raportista selviää monia mielenkiintoisia geologisia ja hydrologisia piirteitä, mm. todetaan, että maassa on 100 000 järveä. Pintavettä sekä yhdyskuntien että teollisuuden tarkoituksiin on saatavissa ilman muuta tai vain vähäisin järjestelyin miltei missä hyvänsä.

Vaikka pohjavesivarat ovat melko rajoitettuja, suuri joukko kaupunkeja, kuntia ja teollisuuslaitoksia saa veden pohjavesikaivoista. Monet kaupungit toimivat aluksi yksinomaan pohjaveden varassa, mutta niiden on ollut pakko ottaa lisävettä pintavesistä. Monissa tapauksissa on kuitenkin voitu lisätä pohjavesien määrää riittävästi muodostamalla sitä keinotekoisesti.

Noin 67 % väestöstä saa juomavetensä vesilaitoksista. Useimmat Ruotsin vesilaitoksista ovat paikallisia. Ainoastaan 7 vesilaitosta on luonteeltaan alueellisia. Stockholms Norra Förorters Vattenverksförbund toimittaa vettä noin 45 000 asukkaalle. Muut 5 vesilaitosta palvelevat yhteensä noin 40 000 asukasta. Tästä seuraa, että alueellisiin vesilaitoksiin liittyneinä on vain 4 % väestöstä.

B. Periaatteessa pienten vesilaitosten on täytettävä samat teknilliset ja hygieeniset vaatimukset kuin suurtenkin. Bakteriologisten tutkimusten suorittamisaikoja koskevat määräykset ovat suurilla laitoksilla kuitenkin ankarammat kuin pienemmillä, mutta raakaveden hygieenisyyttä koskevat määräykset ovat samat kaikilla vesilaitoksilla. Valtio valvoo kaikkien Ruotsin Vesilaitosten veden hygieenisyyttä.

Valtion tuella rakennetut vesilaitokset, joiden määrä nykyisin on noin 800, kuuluvat niin teknillisessä kuin taloudellisessakin mielessä valtion viranomaisten valvontaan. Laitosten teknillinen valvonta vesiensuojelumielessä on niinkään valtion viranomaisten asia.

C. Yleisesti ottaen ei ole merkittävämpiä eroja perustamis- eikä käyttö-kustannuksissa liitöntä kohti laskettuna paikallisissa ja alueellisissa laitoksissa.

Vesihuoltoa koskevan lain mukaan, jonka alaisia kaikki kunnalliset vesilaitokset ilman muuta ovat, vesilaitokset saavat periä kaikki kustannuksena käyttäjiltä, mutta ei yhtään enempää. Käyttäjiltä perittävien vedenhintojen erot johtuvat näin ollen ainoastaan luonnollisten olosuhteiden erilaisuudesta, vedenottopaikkojen etäisyydestä, jakelualueesta, vaadittavasta käsittelystä jne., sekä myös julkisista varoista saatujen avustusten määrästä.

Keskimääräinen valtion avustua vesi- ja viemärlaitosten rakentamiseen on nykyisin noin 45 % (enintään 75 %).

Valtion avustusta voidaan saada myöskin laitoksen uudelleenrakentamiseen edellyttäen, että kaikkaisemman laitoksen rakentamista ei ole avustettu.

Laitosten rakentamisessa otetaan aina huomioon todennäköinen tuleva kehitys, kuten väestö, uusi teollisuus, ympäröivien alueiden mukaan liittäminen jne.

D. Joissakin olosuhteissa saattaa alueellisen laitoksen perustaminen olla tarpeen, esim. silloin, kun pieni kunta kustannussyistä ei pysty järjestämään teknillisessä ja hygieenisessä suhteessa moitteetonta omaa vesihuoltoa, taikka jos käytettävissä olevat vesivarat voidaan tuntuvasti tarkoituksenmukaisemmin käyttää yhteistoiminnassa toisten laitosten tai vedenkäyttäjien kanssa. Ruotsin etelä- ja länsiosissa, missä vedenkäyttö jatkuvasti kasvaa, on eräissä tapauksissa turvauduttava sangen kaukana oleviin vedenottopaikkoihin. Tällaisissa tapauksissa vesi voidaan hankkia kuutiota kohti laskien kohtuullisin kustannuksin ainoastaan, jos laitos on riittävän suuri. Vedenhankinnan ainoa järkevä ratkaisu on silloin alueellisen laitoksen perustaminen.

Vesilaitosten uudelleenryhmittelyyn voidaan ainoastaan poikkeuksellisesti turvautua ratkaistaessa Ruotsin vesilaitosten ongelmia. Joissakin tapauksissa on jouduttu yhdistämään vedenottopaikoista etäällä olevan laitoksen

verkko tässä suhteessa edullisemman laitoksen verkostoon.

Pienet vesilaitokset teettävät usein laboratoriotutkimuksensa lähellä olevan vesilaitoksen laboratoriossa. Teknillisten ongelmien ratkaisuun ja uusien laitosten suunnitteluun tai vanhojen laajentamiseen käytetään neuvottelevien insinöörien apua. Nykyisin toimii vesihuoltoalalla noin 50 korkeakoulututkinnon suorittanutta insinööriä.

Myöskin tilapäistä yhteistoimintaa on esiintynyt vesilaitosten kesken joissain tapauksissa jonkun kunnan jouduttua satunnaisen vesipulan uhriksi.

E. Alueellisen laitoksen koosta ei voida esittää mitään yleistä sääntöä. Teknilliset ja taloudelliset syyt saattavat puoltaa yhteistoimintaa vesivaroista riippuen hyvinkin erisuuruisina ryhminä. Pienet kunnat voivat yleensä järjestää vedenhankintansa edullisimmin oman laitoksensa avulla turvautumatta suurempiin naapureihinsa.

F. Maaseudulla on vesi- ja viemärilaitos yksi hallinnollinen kokonaisuus. Joissakin kaupungeissa vesi- ja sähkölaitokset on yhdistetty vastaavasti, sitävastoin on vesi- ja kaasulaitoksen yhdistäminen poikkeuksellista.

16. Yhdysvallat

Yhdysvaltojen kansallisen raportin laatija esittää raportissaan maansa specialistien ajankohtaisia mielipiteitä vesivarojen kehittämisestä, jota pidetään eräänä monitahoisimmista kysymyksistä, mitä ihminen joutuu hoitamaan.

Tavoitteet

Kansakunnan kannalta on erittäin tärkeää ottaa riittävästi huomioon kaikki käyttötarkoitukset kehitettäessä vesivarojen hyväksikäyttöä. Tätä käsitettä kutsutaan vesistöjen moninaiskäytöksi, johon luetaan asutuksen vesihuolto, tulvasuojelu, kastelu, vesivoima ja vesistöjen virkistyskäyttö ja sitä on pidetty vesivarojen kehittämisen tavoitteena Theodor Rooseweltain vuoden 1907 sisävesikomitean ajoista lähtien. Veden tarpeen kasvaessa on yhä tärkeämpää ottaa huomioon vesivarojen käytön kaikki mahdolliset muodot. Veden tehok-

kaammaksi käyttämiseksi tarvittavan uuden tekniikan vaikutus on merkittävä vedenkäytön alueellisessa koordinoinnissa, koska on yhä tärkeämpää, usein suorastaan välttämätöntä saada vesivaroista suurin mahdollinen hyöty.

Liittovaltion toimenpiteet

Välittömän ja kaukaisemmankin tulevaisuuden tarpeita palvelevan suunnittelun pohjan luomiseksi koko Yhdysvaltojen nykyisten ja potentiaalisten vesivarojen käyttöä varten Yhdysvaltain senaatti nimitti kansallisten vesivarojen asiantuntijakomitean (Select Committee on National Water Resources). Vuodesta 1959 lähtien tämä komitea on tutustunut maan eri osiin ja paikallisiin suunnitelmiin, kerännyt asiatietoja ja saanut suosituksia kongressin hyväksyttäväksi mahdollisesti esitettävän lakiehdotuksen sisälöstä.

Tämän komitean työstä on kertynyt suuri johtavien insinöörien ja talousmiesten laatima aineisto, joka perustuu laajoihin tutkimuksiin, analyysiin ja selvityksiin ja muodostaa pohjan kokonaisvesivarojen sekä nykyisen ja tulevan vedentarpeen keskinäisten suhteiden arvioinnille.

Suunnittelun lähtökohdat

Parhaat keinot tehokkuuden lisäämiseen ovat moninaiskäytön pohjalle rakentuva suunnittelu ja hallinto, jolloin vältetään turhat toimenpiteet ja vesivarojen tuhlaus. Vesivarojen tehokas käyttö on tulevaisuudessa tarpeen koska odotettavissa on väestön ja taloudellisen toiminnan suuri kasvu, väestön kerääntyminen laajoihin taajamiin sekä elinkeinoelämän rakenteen muutos palveluelinkeinoja laajentavaan suuntaan.

Uudet teknilliset mahdollisuudet

Uusien tarpeiden ilmaantuessa ne voidaan kaikkialla joksikin aikaa tyydyttää nykyisiä menetelmiä kehittämällä ja joissain tapauksissa nykyiset menetelmät voivat riittää aina. Maan eräissä osissa näköpiirissä olevat valtavat ongelmat pakottavat kuitenkin systemaattisesti arvioimaan nykyisen käytännön radikaalimpaa täydennystä tai muuttamista.

- a. Muutoksiin ja täydennyksiin voidaan päästä moninaiskäyttösuunnitelmien paremmalla suunnittelulla, rakentamisella tai käy-

töllä, joihin päädytään käyttötutkimuksin, vedenkäyttömallein, hydrologisin ennustein ja uusien rakennusmenetelmin.

- b. Etsimällä ja ottamalla käyttöön uusia vesilähteitä geofysikaalisten ja muiden tutkimusmenetelmien avulla, kehittämällä uusia pohjaveden pumppausmenetelmiä ja mahdollisesti säätä muuttamalla.
- c. Kehittämällä vettä säästäviä ja käyttöä vähentäviä menetelmiä, kuten veden kierrätystä, vettä säästäviä kastelumenetelmiä, valumia lisääviä metsä- ja maatalousmenetelmiä ja haihdunnan vähentämistä sekä ohjaamalla veden käytön sijoittumista saattamalla maan käyttö yhteiskunnan valvontaan.
- d. Ottamalla käyttöön ja käsittelemällä huononlaatuisia vesiä, jolloin tulee kysymykseen muun muassa orgaanisten jätteiden käsittely, kemikaaleja sisältävien jätteiden käsittely, suolan poisto sekä vedenkäyttötarkoitusten etuoikeusjärjestyksen määrittely.

Moninaiskäyttösuunnitelmien laatiminen

Yhdysvalloille ovat luonteenomaisia erittäin suuret vesistöalueet ja hydrologisesta yhteenkuuluvuudesta johtuen myöskin veden käyttömuodot vesistöalueiden eri osissa ovat läheisesti toisistaan riippuvia.

Huolellinen, ammattimiesten suunnittelema veden hyväksikäyttö on välttämättöntä. Määrätyssä kehitysvaiheessa joudutaan vesiä käyttämään hyväksi siten, että kilpailu eri käyttömuotojen kesken vähenee ja välttyy kokonaan, kaikki tarpeet saadaan tyydytetyksi ja käytettävissä olevasta vedestä pyritään saamaan suurin hyöty mahdollisimman monelle käyttömuodolle.

Parhaimmat keinot mitä Yhdysvalloissa näihin mennessä on kehitetty vesien hyväksikäytön tehostamiseksi ovat moninaiskäytön periaatteelta lähtevät suunnittelu ja käyttö. Tärkein teknillinen keino luonnonvirtaamien käyttökelpoisuuden parantamiseksi on vesistön säännöstely, pääasiassa tekoaltaat. Ylijäämäveden varastointi myöhempää käyttöä varten tai luonnollisten virtaamasuhteiden muuttaminen hyödyllisempään suuntaan voidaan toimeenpanna joko yhtä tai useampia tarkoituksia varten.

Jälkimmäinen tapa on osoittautunut huomattavasti taloudellisemmaksi kuin ryhmä yhtä käyttömuotoa palvelevia toimenpiteitä, koska se luo suurempia yksiköjä ja alentaa siten varastotilan pääomakustannuksia ja koska kokonaishyötyyn voidaan laskea useampien käyttötapojen saama etu, niin varastotilan yksikköä kohti saatava hyöty kasvaa.

Moninaiskäyttö alentaa myöskin käyttökustannuksia samoista syistä. Toinen tärkeä tapa jolla voidaan lisätä luonnon vesistöjen käyttökelpoisuutta on yhdistää kaksi tai useampia varastoaltaita tehokkaammaksi kokonaisuudeksi. Yhdistämällä toisiaan täydentäviä, vaikka mahdollisesti eri omistajien laitoksia yhteisen johdon alaiseksi saadaan hyödyn kokonaismäärä kasvamaan suuremmaksi kuin mitä se olisi laitosten toimiessa erillisinä.

Yhteiskäytön eri muotoina voidaan erottaa yhden organisaation omistama ja hoitama täydellinen järjestelmä, kuten TVA, ja eri organisaatioiden ja laitosten sopimus pohjainen koordinoitu yhteiskäyttö, kuten on laita Columbia-joella.

Kolmas mahdollisuus luonnonvesistöjen käyttökelpoisuuden parantamiseen on kahden tai useamman vesistöalueen yhdistäminen ja yhteiskäyttö. Toteutettuna ja mahdollisesti selvimpänä esimerkkinä tästä on Kalifornian valtion vesisuunnitelma, joka tulee yhdistämään useampia vesistöjä yli 700 km pitkällä alueella keski- ja etelä-Kaliforniassa.

17. Neuvostoliitto

Johdanto

Kansakunnan nopean kehityksen vuoksi on yhä vaikeampaa ja toisinaan mahdollintakin saada riittävästi vettä paikallisista vesistöistä. Suuret teollisuuslaitokset, jotka raaka-aineen hankinnan vuoksi sijoittuvat vähävetisille alueille, ovat oma erityinen probleemansa. Paikallisten vesivarojen käyttökelpoisuuden lisääminen erityistoimenpitein on välttämätöntä ja sen ohella myöskin veden siirto muualta, usein kymmenien jopa satojen kilometrien päästä. Tämän luontoisen vedenhankinnan sangen korkeitten kustannusten takia huolellinen yleissuunnittelu ja järkiperäinen ja taloudellinen rakentaminen ovat välttämättömiä.

Näyttää toivottavalta järjestää yhteistoimintaa eräiden lähekkäin olevien laitosten kesken, jotta käyttökustannukset saataisiin alenemaan.

Jonkun alueen tai teollisuuslaitoksen paikalliset ongelmat laajenevat usein kokonaisia alueita tai vedenkäyttäjärhymää koskeviksi. Useat alueelliset laitokset toimittavat vettä lukuisille kaupungeille ja monille teollisuuslaitoksille. Suurten alueellisten laitosten toteuttamisen yhteydessä joudutaan usein rakentamaan patoja jokiin tai säännöstelemään niitä, mikä väistämättömästi vaikuttaa muiden joen käyttömuotojen etuihin, kuten kasteluun, vesivoimaan, vesiliikenteeseen jne. Näin vesihuollon ongelmista tulee osa laajasta asiakokonaisuudesta, joka koskee laajoja osia maasta.

Raportin 1 luku

Kaukaisempien vesivarojen käyttöönottoa ei tutkita ennenkuin on täysin varmaa, etteivät paikalliset vesivarat riitä tehokkaimmillakaan käyttötavoilla. Vaikka kaukaisempiakin lähteitä jouduttaisiin käyttämään, on taloudellisista syistä usein viisasta jatkaa paikallisten vesivarojen ja olemassaolevien laitosten käyttöä. Lain mukaan vesilaitosten jakaman veden on täytettävä tietyt hygieeniset vaatimukset laitoksen kokoon katsomatta. Neuvostoliitossa pintavesi on pääasiallinen vesilähde, kysymyseen tulevat joet ja tekoaltaat. Luonnollisista järvistä saatavan veden määrä on pieni. Monissa pienissä kaupungeissa ja kylissä käytetään pohjavettä. Useat kaupungit jotka käyttivät aikaisemmin pohjavettä ovat siirtyneet pintaveden käyttöön tai käyttävät molempia.

Kansallisen raportin laatija viittaa Moskovan vesihuoltoon mielenkiintoisena, historiallisena esimerkkinä. 30-luvun alkupuolella viranomaisen oli järjestettävä veden hankinta kaukaisemmista vedenottopaikoista, joiden kapasiteetti on suuri. Volgan veden tuominen Moskovaan on muodostunut osaksi sangen monimutkaisesta vesistöjärjestelystä ja siihen liittyy samanaikaisesti vesiliikennekysymyksiä vesihuoltoa jne. Tätä tarkoitusta varten rakennettiin Volgan - Moskovan kanava kokonaispituudeltaan 128 kilometriä. Moskovan vesilaitos jakoi vuonna 1960 2,5 miljoonaa m³ vettä päivässä. Vuoteen 1975 mennessä käytön odotetaan kaksinkertaistuvan.

Raportin 2 luku

Kansallisen raportin laatija kuvaa niitä rahoitusjärjestelyjä ja teknisiä toimenpiteitä mitä tarvitaan kaukaisen vesilähteen käyttöönotossa. Koska investoinnit ovat veden käyttöön verrattuna suuria hanketta aloitettaessa, on uuden laitoksen hyväksikäyttö tarkkaan suunniteltava ja sen on perustuttava tarkoin tutkittuun ennusteeseen siitä, kuinka alueen kaikkien vedenkäyttäjryhmien tarpeet tulevaisuudessa kehittyvät. Lisäksi on otettava huomioon, että veden käyttö saattaa tulevaisuudessa mahdollisesti alentuakin, johtuen esimerkiksi tiettyjen teollisuusalojen menetelmien kehittymisestä, vedenkäyttölaitteiden vähentävistä rakennustavoista. Kansallisen raportin laatija pitää erittäin tärkeänä tutkia missä määrin lisäkapasiteettia tarvitaan kulutushuippujen varalta. Vanhoja laitoksia laajennettaessa on myöskin huolehdittava niiden pitämisestä teknisesti ajan tasalla.

Raportin 3 luku

Lisääntyvästä vedenkäytöstä johtuva jätevesimäärien kasvu muodostaa vakavan vesiensuojeluongelman. Erityisesti tietyt teollisuuslaitokset liikaavat pintavesiä aiheuttaen varsin vakavia hankaluuksia ympäristölleen. Tässä yhteydessä saattaa myöskin vedenhankinta kärsiä. Joissain tapauksissa on tällöin turvauduttava uusiin vesilähteisiin, joka tapauksessa on vesien suojelua tehostettava. Veden käsittelymenetelmiä ennen jakelua on myöskin tehostettava.

Jätevesien käsittely, niiden johtamiskielto määrättyihin vesistöihin ja toisaalta keskittäminen vesistöihin, joita ei käytetä vedenottoon ovat ajankohtaisia kysymyksiä Neuvostoliitossa.

Raportin 4 luku

Vesihuoltolaitoksen rakentaminen laajempaa yhtenäistä aluetta varten on usein taloudellisempaa kuin erillisten paikallisten laitosten rakentaminen joka kylään.

Kuivilla alueilla on tehtävä kaikki mahdollinen veden käytön taloudellisuuden edistämiseksi, joissain tapauksissa vettä käytetään useissa teol-

lisuuslaitoksissa peräkkäin tarkoin määrättyssä järjestyksessä. Joskus käsiteltyjä jätevesiä voidaan käyttää kasteluun.

Alueellisten vesilaitosten suunnittelua varten on perustettu suuria organisaatioita, joilla on alalta monipuolinen kokemus. Lisäksi suunnitelmat tarkastaa erikoisasiantuntija ja ne on alistettava hallituksen hyväksyttäväksi. Kaikkein suurimmat ja kokeneimmat organisaatiot saavat myöskin toteuttaa hankkeensa itse.

Raportin 6 luku

Maaseututaajamien keskinäisestä etäisyydestä ja toisaalta vedenhankinnan helppoudesta tai vaikeudesta riippuu rakennetaanko alueelle yhteistä järjestelmää vai ei.

Muutamia varsin suuria alueellisia laitoksia on rakennettu maaseutualueilla. Kansallisen raportin laatija mainitsee laitoksen jonka toimialue on 9000 km² ja vettä johdetaan kuljettamaan huomattavia matkoja käsittelyn jälkeen. Järjestelmään kuuluu 7 pumppuamoa, 14 säiliötä ja 8 vesitornia. Laitos on kallis mutta se oli tässä tapauksessa ainoa mahdollisuus. Ainakin yksi vielä suurempi laitos on parhaillaan rakenteilla.

Raportin 11 luku

Kaikkien suurempien laitosten hallinnasta on tullut melkoinen ongelma koska näihin laitoksiin kuuluu usein monenlaisia alaryhmiä. Laitosten kunnollinen hoito on yhtä tärkeä tehtävä kuin varsinainen rakentaminenkin.

Kunnallisia vesilaitoksia valvoo kaupunginvaltuuston toimeenpaneva komitea. Suurissa kaupungeissa erityinen vesi- ja viemäritoimikunta avustaa toimeenpanevaa komiteaa.

Osatasavaltojen kunnallishallinnon ministerit ja lääninhallitukset hyväksyvät kunnallisten vesilaitosten kehitys- ja rakennussuunnitelmat.

Neuvostoliiton kunnallishallinnon ministeriö vastaa yleisestä vesilaitospolitiikasta. Ministeriö laatii ohjeet laitosten paikallista hoi-

toa ja standardisointia varten, se laatii vuosittain yhdistelmän vesivarojen käyttöä ja vesihuoltoa koskevista suunnitelmista. Ministeriön asiantuntijatoimistoa avustavat:

a. vesialan järjestöjen ja laitosten kansallinen neuvosto, joka myöskin voi osoittaa asiantuntijoita vesilaitosten käytettäväksi, se valvoo teknisiä kysymyksiä koskevien määräysten noudattamista ja huolehtii tutkimuslaboratorioiden organisoinnista.

b. vesihuollon kansallinen suunnitteluinstituutti.

Juomaveden terveydellinen valvonta on valtion terveydenhoitolaitoksella, joka niinkään valvoo vesilähteiden suojaamista.

Teollisuuslaitosten rakentaessa yhteisiä vedenhankintajärjestelyjä nimeään hallintoa hoitamaan erityinen toimikunta. Piirihallinnon talousneuvosto toimii yksittäisten teollisuuslaitosten vedenhankinnan valvojana ja laajempia alueellisia järjestelmiä varten on luotu erityisiä organisaatioita.

Luku V

Kansallisten raporttien arvostelua

1. Vesihuoltolaitosten kehitys

Useimmissa maissa vesihuollon järjestäminen on kehittynyt suuresti toisen maailmansodan jälkeen.

Useimmissa maissa voidaan todeta pyrkimys vesilaitosten mittakaavan suurentamiseen. Monet tekijät puoltavat alueellisten järjestelmien rakentamista.

Kaikesta huolimatta perustetaan lisää paikallisiakin vesilaitoksia, varsinkin kun olosuhteet siihen pakottavat. Toisaalta paikallisia vesilaitoksia sulautetaan alueellisiksi järjestelmiksi. Yhteistoiminta kuntien kesken yhteisten vesilaitosten muodossa on lisääntymässä. Monet vesilaitokset ostavat vettä tukuttain alueellisilta laitoksilta, usein omien

vesivarojensa täydennykseksi. Sangen usein jopa niin paikallisella kuin alueellisellakin laitoksella on siteitä ympäristölaitoksiin. Nämä siteet voivat olla kuntainliittomuotoisia, pitkäaikaisia sopimuksia jne.

Kehitys on ollut luonteeltaan oma-aloitteista. Paikalliset viranomaiset ovat pitkään täyttäneet tärkeän tehtävänsä vesilaitoksen rakentajina. Tämä asenne on yleensä säilynyt, vaikkakin valtion tai läänin hallitukset ovat lisääntyneessä määrin ryhtyneet asioita valvomaan, joka niiden on tehtäväkin, koska makean veden käyttöön liittyvät monet intressit vaativat koordinoitua kuntaa korkeammalla tasolla.

Valtion omistamia vesilaitoksia on vähän. Niiden hoitoa varten on tavallisesti perustettu erityisiä toimikuntia, joissa toisinaan on edustettuna myöskin alempi hallinnollinen taso.

2. Valtioiden vedenhankintapolitiikka

Valtio lukee tehtäviinsä yleensä vesihuoltoa koskevan lainsäädännön, yleissuunnittelun, yleisen ohjauksen, lain edellyttämien lupien noudattamisen valvonnan, taloudellisen tuen ja siihen liittyvien ehtojen noudattamisen valvonnan.

Useissa maissa on valtion virastoja tai instituutteja, joiden päätehtävänä on vesihuolto. Monissa tapauksissa tehtäviin kuuluu kunnallisportaan opastaminen niin tarvittaessa.

Hyvä lainsäädäntö on erittäin tärkeä vedenhankinnan kehittämiseksi, varsinkin mitä tulee vesivaroihin niiden suojaamiseen ja käyttöön sekä vedenhankinnan organisointiin ja rahoitukseen.

Jokseenkin kaikissa raportin lähettäneissä maissa on olemassa ainakin suuntaviivat niille vaatimuksille, mitä kaikkien vesilaitosten on täytettävä niin hygieenisessä kuin teknisessä suhteessa. Tästä huolimatta monet raportin laatijat valittavat nimenomaan pienten laitosten epätyydyttävää tasoa maassaan.

Viranomaiset eivät ilmeisestikään pysty valvomaan tilannetta, mitä tulee pintavesien likaantumiseen. Tämä merkitsee vakavaa vaaraa vedenhan-

kinnalle.

Valtion viranomaisten tärkeänä tehtävänä varsinkin runsasvesisissä maissa on inventoida kaikki vesivaransa ja suunnitella kaukaiseenkin tulevaisuuteen soveltuva vesipolitiikka, jossa otetaan asianmukaisesti huomioon kaikki käyttäjät. Teollistamispolitiikka ja vesivarojen kehittämispolitiikka eivät aina näytä olevan riittävästi koordinoituja.

3. Paikalliset viranomaiset ja vedenhankinta

Jo Aristoteles totesi, että paikallisten hallintoviranomaisten kykyjä voidaan arvostella käyttäen perusteena tapaa, jolla se huolehtii vedenhankinnasta. Edellä olemme todenneet, että paikallisilla viranomaisilla vieläkin on vedenhankinnassa runsaasti työtä. Huolenpito kunnan asukkaiden hyvinvoinnista on edelleenkin paikallishallinnon tehtävistä tärkein. Kuitenkaan ei tule unohtaa, että kunnalliset samoin kuin muutkin hallinnolliset rajat on vedetty täysin ottamatta huomioon vesihuoltonäkökohtia, ja että monen kunnan on vaikea tai mahdotontakin ratkaista vedenhankintansa tyydyttävällä tavalla omin neuvoin, ja että tehokas kansanterveyden vaaliminen on yleisen edun mukaista.

Paikallinen vesilaitos on monessa tapauksessa täysin perusteltu ratkaisu, mutta toisaalta on yhä useammin tilanteita, joissa tyydyttävään ratkaisuun päästään ainoastaan kuntien välisellä yhteistyöllä. Kuntamuotojen väliset eroavaisuudet ovat useinkin ilmeisenä esteenä yhteistyölle. Monissa kaupungeissa on jäljellä merkkejä ajattelutavasta niiltä ajoilta, jolloin kaupunki oli muurien ympäröimä ja maalaisten oli kolkutettava portille päästäkseen sisään.

Monissa maissa saavutettu pitkäaikainen kokemus osoittaa kuitenkin, että alueellisen vedenhankinnan keinoin on mahdollista päästä hyvään yhteistyöhön hyvinkin erikokoisten ja tyyppisten kuntien kesken.

Useiden kansallisten raporttien laatijat viittaavat pienten laitosten erityisiin vaikeuksiin. Niinpä Ranskan edustaja toteaa: "Pienistä laitoksista vastaavat paikalliset viranomaiset eivät tunne asiaan liittyviä teknillisiä vaikeuksia ja käsittelevät niitä melko välinpitämättömästi."

Raporttinsa lopussa Ranskan edustaja esittää toteamuksen, joka lienee

yleispätevä: "Ei tule unohtaa, että kunnallinen itsehallinto ei ole tyhjä fraasi, ja että vesilaitoksia ei voi yhdistää muutoin kuin suostutteleamalla ja osapuolten vapaaehtoisella yhteistoiminnalla. Insinöörien asiana on osoittaa laitoksille, mitkä niiden todelliset edut ovat."

Englannin edustaja toteaa samasta asiasta: "se, mitä asianomaiset vesilaitokset pitävät hyväksyttävänä ei ilman muuta ole hyväksyttävää vesilaitosteknilliseltä kannalta katsoen yleensä."

Hyvää vesilaitosstandardia huonompia ratkaisuja ei tule hyväksyä. Laitokset, jotka eivät pysty näitä standardeja saavuttamaan tai joiden omistajat ovat haluttomia vapaaehtoiseen yhteistyöhön tavoitteisiin pääsemiseksi, on pakotettava hyväksyttäviin tuloksiin johtaviin toimenpiteisiin.

Viranomaisten väliintulo pitäisi olla mahdollista myöskin silloin, kun sinänsä hyvien laitosten käyttö ja kunnossapito on esteenä tehokkaan alueellisen järjestelyn tiellä. Asioihin puuttumisen tulee luonnollisesti perustua lakiin ja esityksistä pitää olla valitusmahdollisuus. Vapaaehtoisella pohjalla tehtävät ratkaisut ovat luonnollisesti kaikkein suositeltavimpia. Jos lopulliseen tavoitteeseen voidaan edetä vaiheittain, päästään näin varmemmin toivottuun tulokseen.

4. Paikallisten ja alueellisten laitosten kustannukset

Suuret paikalliset laitokset ovat tavallisesti kaikkein edullisimpia ja pienet paikalliset laitokset epäedullisimpia. Keskikokoisten paikallisten laitosten ja pienten alueellisten laitosten kustannukset asettuvat useimmiten tälle välille.

Suurehkon alueen vedenhankinnan kokonaiskustannukset muodostuvat alueellisen laitoksen yhteydessä edullisemmaksi kuin monina erillisinä laitoksina, jos ne kaikki olisivat pieniä, ja lisäksi alueellisen laitoksen taso on parempi. Pieneköjen ja keskikokoisten laitosten kustannuksista voidaan todeta, että investoinnit vedenkäyttäjää kohti alueellisessa laitoksessa ovat korkeampia mutta käyttökustannukset pienempiä kuin erillisissä paikallisissa laitoksissa.

Suuren paikallisen laitoksen kustannukset muodostuvat tavallisesti pienem-

miksi kuin vastaavan kokoisen alueellisen laitoksen sekä pääoma- että käyttökustannusten osalta. Tämä on ymmärrettävää, koska ensinmainitussa tapauksessa käyttäjät ovat keskittyneet suppealle alueelle ja jälkimmäisessä tapauksessa levittäytyneet laajalle alueelle pienempiin taajamiin taikka haja-asutukseen.

Jokseenkin kaikissa maissa on vesilaitosten toimintaa tuettu avustuksin. Valtio taikka lääni edistää avustuspolitiikallaan myöskin vedenhankinnan organisaation kehittymistä.

Vesilaitosten yhdistämisen selvänä esteenä ovat erot käyttäjää kohti lasketuissa investoinnissa ja erityisesti veden hinnassa. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että näiden eroittavien tekijöiden merkitystä usein yliarvioidaan. Jos tulevaa kehitystä arvioidaan pitemmälle, ovat uudet suuremmat laitokset houkuttelevia erityisesti pienille osakkaille, koska riskit jakautuvat laajemmalle. Useat pienet laitokset yliarvioivat usein taloudelliset mahdollisuutensa, koska ne ottavat riittämättömästi huomioon ne kustannukset mitä laitoksen ylläpidosta, uusimisesta ja laajentamisesta aiheutuu. Yhdistämisen esteenä olevat tekijät saadaan palautettua oikeaan mittakaavaansa, jos kysymys kokonaisuudessaan annetaan asiaan perehtyneen talousmiehen selvitettäväksi. Siirtymävaiheessa suoritettavat väliaikaiset toimenpiteet saattavat osaltaan helpottaa tulokseen pääsemistä.

7. Veden tukkumyynti

Veden tukkumyynti on yleistymässä useimmissa maissa. Tukumyyntiä harjoittavan laitoksen perustaminen on usein välttämätöntä olemassa olevien laitosten vesilähteiden käydessä riittämättömiksi tai laadultaan sopimattomiksi ja kaukaisimpien vesilähteiden käyttöönoton ollessa yhdelle laitokselle mahdotonta. Uusien vesilähteiden käyttöönotto on usein alkuna alueelliselle vesilaitokselle.

Veden toimittaminen laitokselta toiselle tukkumyyntinä ja järjestelyn vaatimat verkostojen yhdysjohdot yleistyvät jatkuvasti. Yhdysjohdoilla on merkitystä sekä käyttövarmuuden lisääjänä että laitosten taloudellisuuden

parantajana. Kuitenkin tämänluontoinen yhteistoiminta on paremminkin satunnaisen kehityksen tulos eikä tavoite, johon pitäisi nimenomaan pyrkiä.

Käytössä olevat järjestelyt ovat monin paikoin sangen mutkikkaita ja olisi houkuttelevaa parantaa tilannetta sulauttamalla laitoksia yhteen. Englantilaisten asiantuntijoiden esittämä mielipide voitaneen yleisesti hyväksyä: "Veden hankinnan ja jakelun kuluttajille tulisi yleensä olla samoissa käsissä. Joissain tapauksissa saattaa olla paikallaan perustaa erityinen laitos, joka hankkii veden ja toimittaa tukkumyyntinä jakelulaitoksille, mutta sellainen kaksivaiheinen järjestelmä on sekä varojen että työvoiman tuhlausta.

Jos vedenhankinta ja jakelu eivät ole samoissa käsissä on joka tapauksessa välttämätöntä, että laitoksilla on hyvä yhteistoiminta."

BRÄNDÅN ALLAS
1:10 000

Alleen- valhto- ento	Alleen- pato- korkeus m + m	Alleen- pinta- ala ha	Alleen- tila- vuus milj.m ³	Lunsa- tettava alue ha	Pato- maasat 1000 m ³	Kustannukset ¹⁾	
						a.)	b.)
						1000 mk	1000 mk
1.	50.0	131.8	15.2	161	894	10550	12160
	47.5	125.3	12.0	161	546	7070	8680
	45.0	116.8	9.0	161	301	4620	6230
	42.5	106.0	6.2	161	153	3140	4750
	40.0	90.2	3.7	161	65	2260	3870
	37.5	66.1	1.8	158	25	1830	3410
1. + 2.	50.0	161.6	17.6	191	983	11740	13650
	47.5	151.9	13.7	191	579	7700	9610
	45.0	140.1	10.1	191	320	5110	7020
	42.5	122.4	6.8	191	158	3490	5400
	40.0	102.3	4.0	191	67	2580	4490
	37.5	69.0	1.8	174	24	1980	3720

1) Käytetty yksikönnäsi: a) maa-alue
pato-alue 1, -mk/m³
10, -mk/m³
b) maa-alue 2, -mk/m³
pato-alue 10, -mk/m³

Rantaviiva = N₄₃+45.00

Maapato

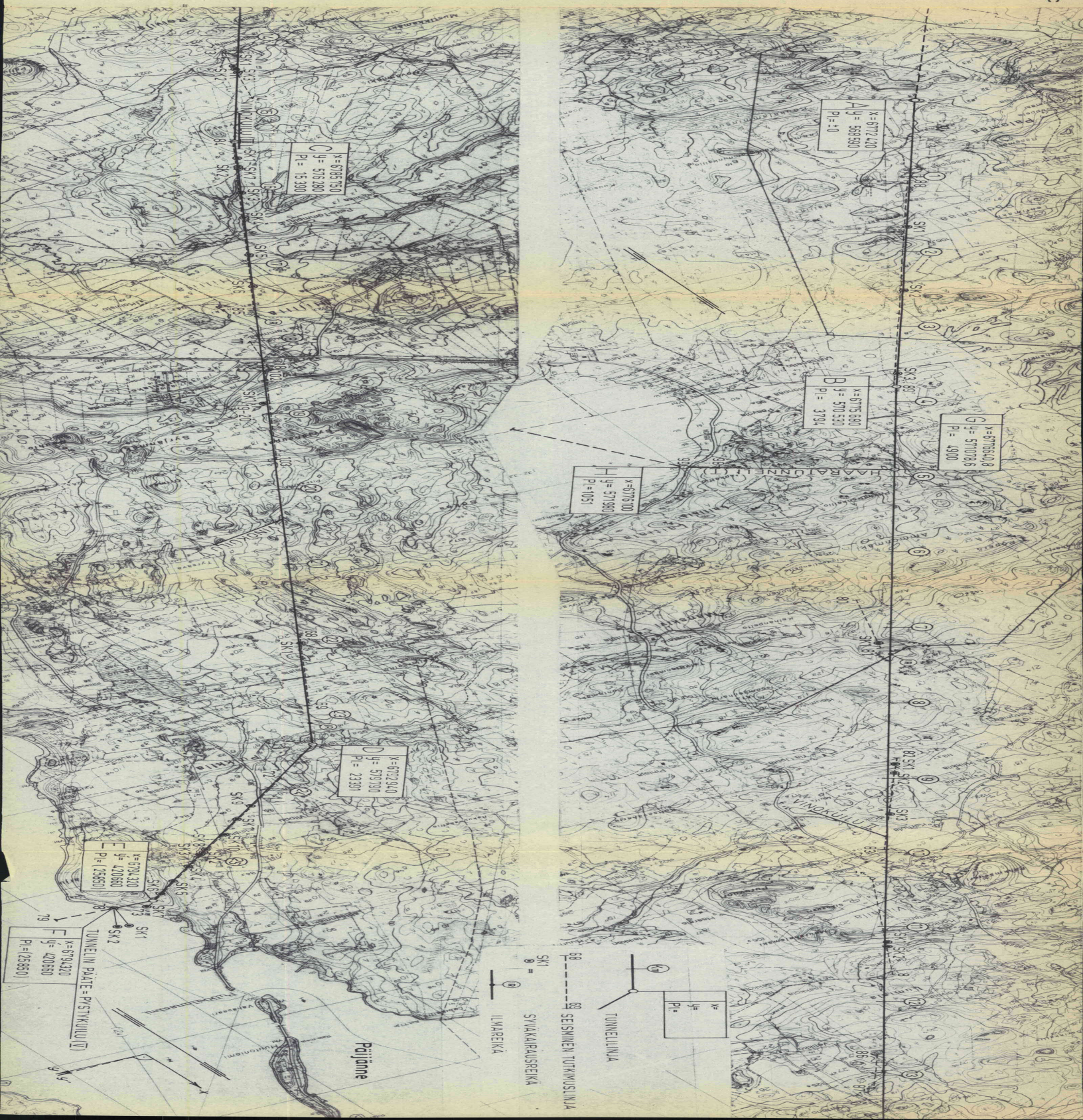
Tunneli

Lentokentän melualueen raja



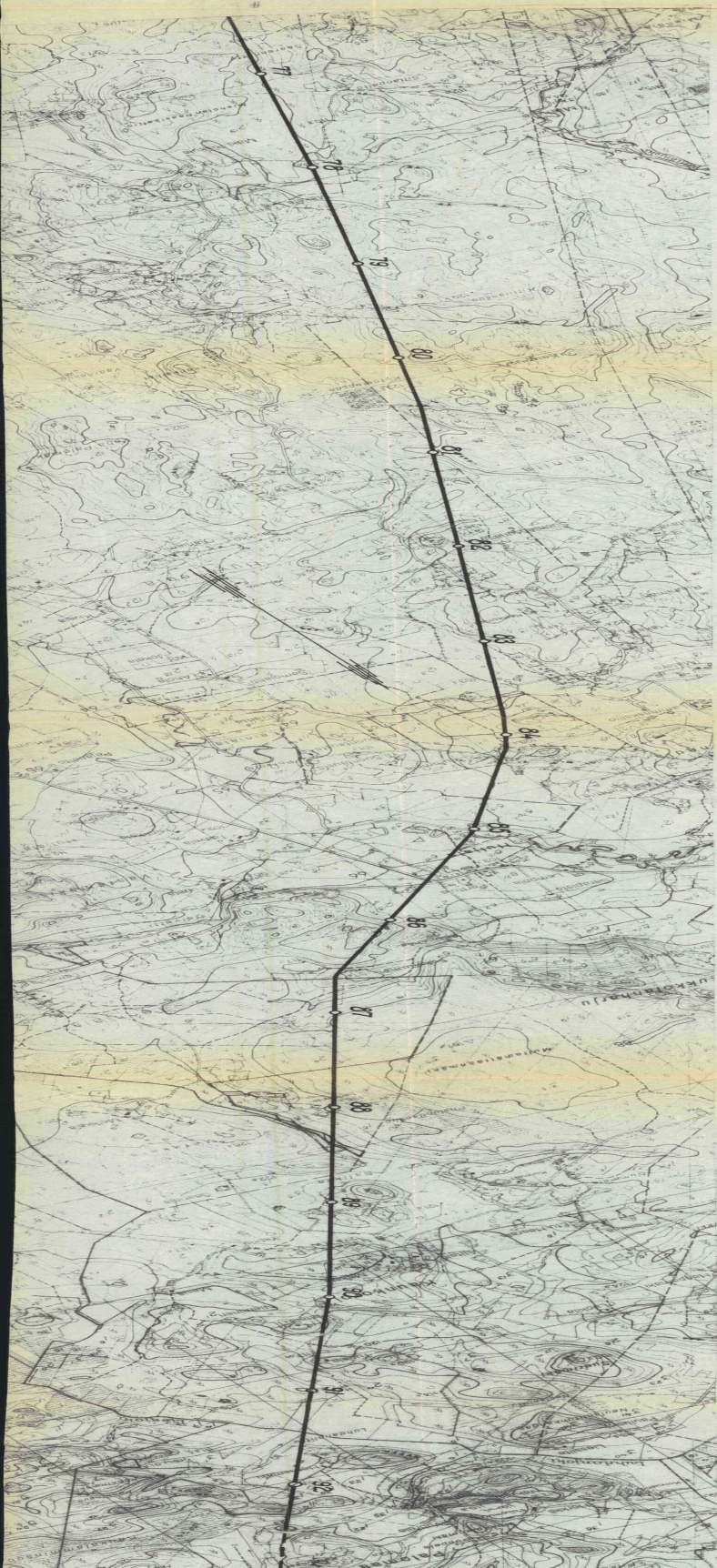
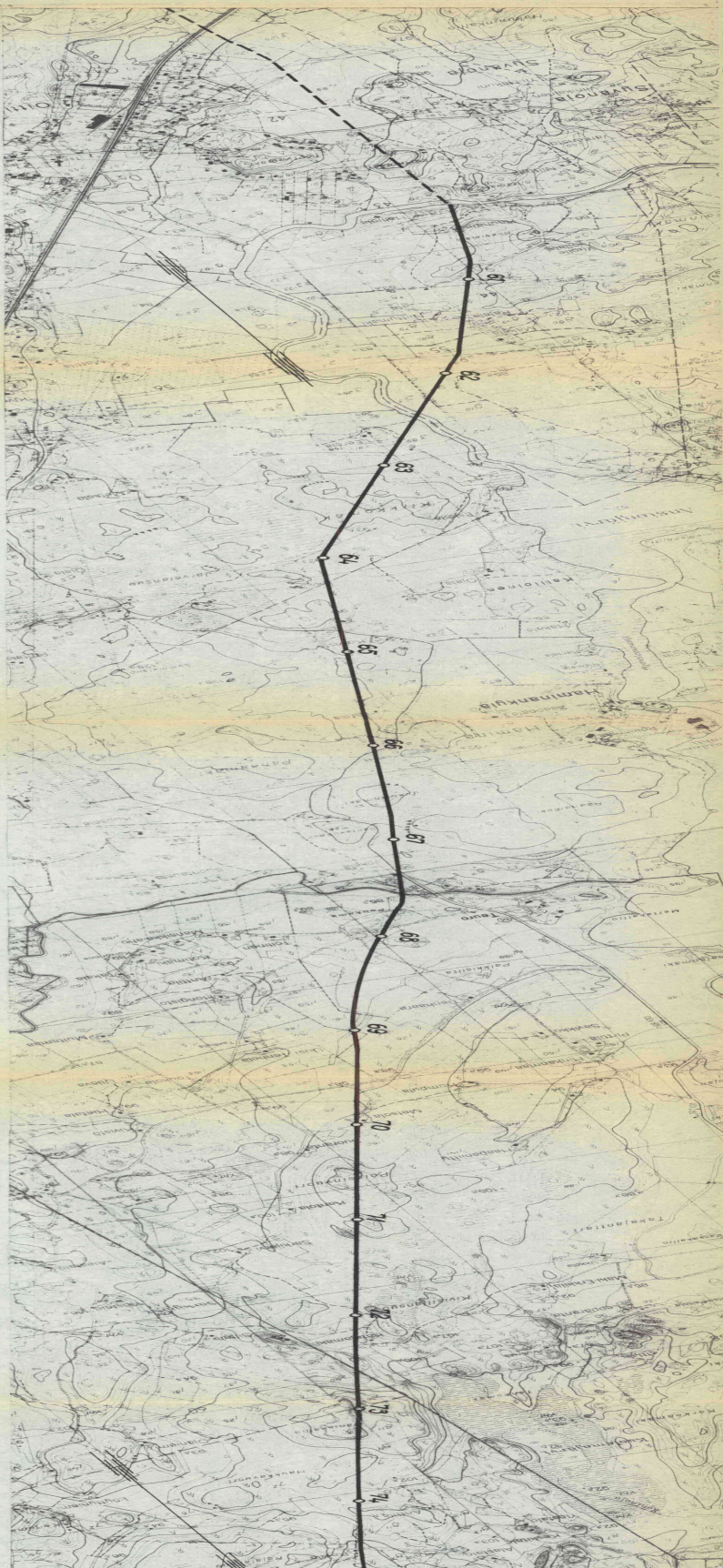
1:20 000

HESSINGH KROONING VERSLUIT			
PALANNE-SUUNNITELMA			
RAKASTONNEN KOSKI ASIKKALA			
KARTTA			
W.M.	Proj.	P.W.	1:5
2011010	A	01-11	
101	22-48	01-11	PS-106
101010			



TUNNELINJA
OTTI (PUUKKI) - PALOMAA

1:20000



TUNNELLINJA PUUJOKI - PÄIJÄNNE

Pituusleikkaus 1:100000/1:500

